



Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta



INSTITUT ENVIRONMENTÁLNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚČINNOST TERMOIZOLAČNÍ STĚRKY V BOJI PROTI PLÍSNÍM

The Effectiveness of Thermal Insulation Plaster in the Fight against Mold

Diplomová práce

Autor:

Bc. Marek Hodina

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Hana Vojtková, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Marek Hodina

Studijní program:

N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

3904T022 Zpracování a zneškodňování odpadů

Téma:

Účinnost termoizolační stěrky v boji proti plísním
The Effectiveness of Thermal Insulation Plaster in the Fight against
Mold

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl diplomové práce
2. Současný stav řešené problematiky
3. Experimentální část
4. Vyhodnocení výsledků
5. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

1. HEIDENKLANG, Christine. Nebezpečné plísně kolem nás. Fontána. 240 s. ISBN: 80-901989-5-3.
2. BUCHLI, R., RASCHLE, P. Řasy a houby na fasádách. Nakladatelství MISE s.r.o., 110 s. 2011.
3. HEIDINGSFEL, V., a kol. Nátěry fasád. Grada Publishing. 2007. 136 s. ISBN: 978-80-247-1472-1.
4. BLAHA Martin. Omítky. Grada Publishing. 2004. 97 s. ISBN: 80-247-0898-1.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

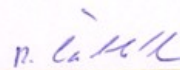
Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Hana Vojtková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2011

Datum odevzdání: 30.04.2012



prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu

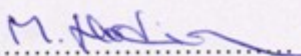


prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě, dne 26.4 2012



Bc. Marek Hodina

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval paní Mgr. Haně Vojtkové, Ph.D., své vedoucí Diplomové práce za cenné rady v oblasti mikrobiologie, doporučení, vstřícnost a připomínky v průběhu psaní práce.

Anotace:

Diplomová práce se zaměřuje na účinnost termoizolační stěrky v boji proti plísním (mikromycetám). Popisuje obecnou teorii biokoroze a její vliv na stavební díla. Definuje nejčastější příčiny výskytu biodeteriogenů ve stavbách. Jako možné řešení prezentuje termoizolační stěrku TK®-THERM. Experimentální část práce byla věnována pozorování účinku zmiňovaného produktu na nárůst mikroorganismů kultivovaných na třech odlišných typech živných půd v laboratorním prostředí. Práci uzavírají tabulky, fotografie pořízené během experimentu a souhrn charakterizující účinek produktu TK®-THERM na růst mikrobiálních kolonií.

Klíčová slova: termoizolační stěrka, biokoroze, mikromycety, TK®-THERM

Summary:

This diploma thesis focuses on The Effectiveness of Thermal Insulation Plaster in the fight against mold (micromycetes). It describes the general theory of biocorrosion and its effect on construction works, further defines the most common causes of biodeteriogen appearance in constructions. It represents thermal insulating palette-knife TK®-THERM as a possible solution. The experimental part of work is dedicated to observing the mentioned product's effect on growth of microorganisms cultivated in three different nutrient soil types while in laboratory environment. In conclusion there are charts, photographs made during experiment and summary characterizing the TK®-THERM product's effect on microbial colonies growth.

Key words: Thermal Insulation Plaster, biocorrosion, micromycetes, TK®-THERM

OBSAH

1. ÚVOD, CÍL PRÁCE	1
1.1 Úvod	1
1.2 Cíl	1
2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	2
2.1 Biokoroze stavebních materiálů a její význam	2
2.2 Ekologické aspekty biokoroze	3
2.3 Všeobecné podmínky biokoroze	4
2.4 Obecná charakteristika mikromycet	5
2.5 Vhodné podmínky pro život mikroorganismů	6
2.6 Zdravotní rizika spojená s výskytem plísní	8
2.7 Příčiny výskytu mikroorganismů ve stavbách	9
2.8 Zdroje vlhkosti ve vnitřním prostředí	10
2.9 Běžné příčiny zvýšené vlhkosti	10
2.10 Povrchová kondenzace	12
2.11 Způsoby prevence	14
2.12 Metody preventivního opatření	15
2.13 Dlouhodobé řešení	16
3. POPIS PRODUKTU TK®-THERM	16
3.1 Smysl zateplení	17
3.2 Specifické vlastnosti produktu TK®-THERM	19
3.2.1 Složení	20
3.2.2 Oblast aplikace	20
3.3 Aplikace	21
4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	22
4.1 Kmeny mikroorganismů	22
4.1.1 Rod <i>Aspergillus</i>	22
4.1.2 Rod <i>Penicillium</i>	23
4.1.3 Rod <i>Serratia</i>	24
4.1.4 Rod <i>Pseudomonas</i>	24
4.1.5 Rod <i>Nocardia</i>	24

4.2	Laboratorní vybavení a chemikálie	25
4.2.1	Metoda aplikace TK®-THERM.....	28
4.3	Vyhodnocení výsledků	29
4.4	Diskuze výsledků	42
5.	ZÁVĚR.....	45

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

SEZNAM TABULEK

SEZNAM OBRÁZKŮ

Seznam použitých zkratk

°C	Stupňů Celsia
apod.	A podobně
atd.	A tak dále
atm.	Atmosfér
BGL	Skleněné mikrokuličky plněné částečným vakuem
C	Uhlík
cm	Centimetr
CO ₂	Oxid uhličitý
č.	Číslo
EA	Endův agar
EPS	Expanded polystyrene (pěnový polystyrén)
g	Gram
h	Hodina
H ₂ S	Sulfan
K	Kelvin
km ²	Kilometr čtvereční
l	Litr
M	Hmotnost
m ²	Metry čtvereční
Mm	Milimetrů
MPa	Mega pascalů
MPA	Masopeptonový agar
N	Dusík
NH ₄	Amoniak
pH	Vodíkový exponent
PVAc	Lepidlo na bázi polyvinylakrylátové disperze
SAB	Sabouradův agar
Sb.	Sbírky
Sd	Prostupnost vodních par

SO_2	Oxid siričitý
T_i	Teplota vnitřního vzduchu
T_p	Povrchová teplota
U_{st}	Součinitel prostupu tepla
VŠ	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
W	Watt
$\alpha\omega$	Součinitel hydrokopické rovnováhy
λ	Tepelná vodivost
φ	Relativní vlhkost

1. ÚVOD, CÍL PRÁCE

1.1 Úvod

Z důvodu neustále rostoucích cen energií je trendem několika posledních let zateplování budov. Nejrozšířenějším způsobem je vnější EPS zateplení, které bývá podle potřeby instalováno v různých tloušťkách (nejčastěji 100 mm), což nemusí být realizovatelné na každém objektu, většinou z architektonického hlediska budovy. Při instalaci zateplení bývá často brána na lehkou váhu jeho vlastní aplikace na objekt, což má za následek vznik tepelných mostů na konstrukčně slabých místech budovy. Výskyt tepelných mostů není výjimkou ani u novostaveb. Tato skutečnost podmiňuje proces kondenzace vodních par na konstrukčně slabých místech a s tím spojený vznik mikromycetických kolonií, které mohou obyvatelům objektu způsobit zdravotní obtíže. Výše zmiňované nedostatky pomáhá řešit novodobý typ zateplení pomocí interiérové termoizolační stěrky. Pro svůj experiment jsem zvolil materiál TK®-THERM, který díky svým jedinečným vlastnostem zamezuje kondenzaci vodních na stěnách a současně funguje jako výborná tepelná izolace. Zkušenosti uživatelů produktu TK®-THERM dokládají, že v závislosti na typu objektu lze ušetřit 25% i více topných nákladů.

1.2 Cíl

Cílem diplomové práce bylo ověřit a posoudit účinnost termoizolační stěrky v boji proti mikromycetám (plísním) v laboratorních podmínkách. Experiment spočíval v tom, že na živnou půdu a půdu upravenou materiálem TK®-THERM, byly naočkovány běžně se vyskytující druhy mikromycet a bakterií obvykle rozšířených volně v prostředí lidských obydlích nebo jejich blízkosti. Pozorované rozdíly v nárůstu mikrobiálních kolonií mezi upravenými a neupravenými živnými půdami byly zaznamenány do tabulek 6-14.

2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Tato kapitola bude věnována charakteristice procesu biokorozí a jejímu vlivu na stavební díla. První část kapitoly rozebírá proces biokoroze obecně. Další část kapitoly rozebírá vhodné podmínky k usídlení mikroorganismů na stavebních dílech, zdravotní rizika spojená s výskytem mikroorganismů v obydlích, technické příčiny vzniku mikromycetických kolonií na oslabených místech konstrukce a metody preventivních opatření.

2.1 Biokoroze stavebních materiálů a její význam

Proces biokoroze bývá často popisován jako interakce mezi aktivním biodeteriogenem a pasivním technickým materiálem. Vztah mezi biodeteriogenem a materiálem je otevřený, z důvodu samostatné existence v systému s působením fyzikálních, chemických a biologických činitelů, neživý materiál se není schopen bránit proti napadení. Odolnost napadeného materiálu však lze zvyšovat. [24]

Pro biokorozi materiálů jsou typické nejružnější formy interakce biodeteriogen – materiál. Jednoduchá forma interakce nastává již při samotném osídlení technických výrobků společenstvem mikroorganismů. Důsledky této interakce v praxi znamenají funkční změny materiálů (mechanické, elektrické, optické), a také změny morfologické (barevné skvrny, pitting, fibrilace i další) [12].

Při vzniku a v průběhu biokoroze je nutné vždy přihlížet nejen k podmínkám vnějšího prostředí (makroklima), ale také k podmínkám okamžitým na styku materiál – biodeteriogen. Zatímco makroklima ovlivňuje existenci biodeteriogenů v daném prostředí, mikroklima, kterým je myšlena především aktuální teplota a vlhkost, může bezprostředně ovlivnit napadání zdiva či jiných materiálů určitým druhem biodeteriogenů [1].

Při většině biodeteriorací se uplatňuje celý komplex jednotlivých biodeteriogenů, které se velmi často vzájemně ovlivňují a dohromady tvoří malý ekosystém. Je nutné brát v potaz interakci všech mikroorganismů osídlujících technický materiál. Přitom je zřejmé, že některé organismy působí jako biodeteriogeny a jiné jsou pouze členy specifického společenstva a na samotné materiály, kromě estetického znehodnocení nemají prakticky žádný vliv [12].

2.2 Ekologické aspekty biokoroze

Proces biokoroze je možné rozdělit na tři základní etapy:

- 1) Infekce – etapa, v níž dochází k navození stálého styku mezi biodeteriogenem a materiálem,
- 2) Inkubace – fáze od infekce až do období, ve kterém jsou patrné symptomy biodeteriogeneze,
- 3) Manifestace – fáze, ve které jsou zjevné symptomy biodeteriogeneze a představují technicky významné poškození [26].

Výše uvedené rozdělení etap biodeteriogeneze je užitečné zejména v praxi, např. při výrobě latexových disperzí. Včasná identifikace zdrojů infekce je ve výrobních halách rozhodujícím finálním faktorem pro kvalitu výrobku. [12]

Pro šíření mikroorganismů mají rozhodující význam klimatické faktory jako teplota a vlhkost [10].

Přesto, že jsou údaje o vlhkosti v kryptoklimatu místností udávány v hodnotách relativní vlhkosti (ϕ), požadavky mikroorganismů na obsah vody ve stavebním materiálu jsou kvantitativně vyjadřovány ve formě součinitele hydroskopické rovnováhy $\alpha\omega$. Jedná se o vyjádření poměru tlaku vodní páry v hydroskopickém materiálu k tlaku vodní páry v čisté vodě [13].

Součinitel hydroskopické rovnováhy, tedy veličina $\alpha\omega$ řeší problémy s vyjádřením obsahu vody v substrátu, která ve spojení s dalším důležitým parametrem, teplotou, poskytuje úplnou informaci o možné aktivitě daného mikroba v daném prostředí [1].

V současné době se veličina $\alpha\omega$ uplatňuje při vyjadřování obsahu vlhkosti v pevných hydroskopických materiálech včetně stavebních. Relativní vlhkost (ϕ) se používá pouze k vyjádření vlhkosti ovzduší [1].

Mikrobi rostou na stavebních materiálech při hodnotách $\alpha\omega$ v rozsahu 0,60 - 0,99, *Aspergillus glaucus* i při hodnotách pod 0,60. Hodnota $\alpha\omega$ je závislá na osmotoleranci jednotlivých druhů mikrobů. Významnou úlohu v procesu biodeteriogeneze zastávají kromě $\alpha\omega$ a teploty i další klimatický faktor, kterým je světlo. Proces biodeteriogeneze bezprostředně ovlivňují také antropogenní vlivy, jako jsou přítomnost SO_2 , CO_2 , H_2S a NH_4 [5].

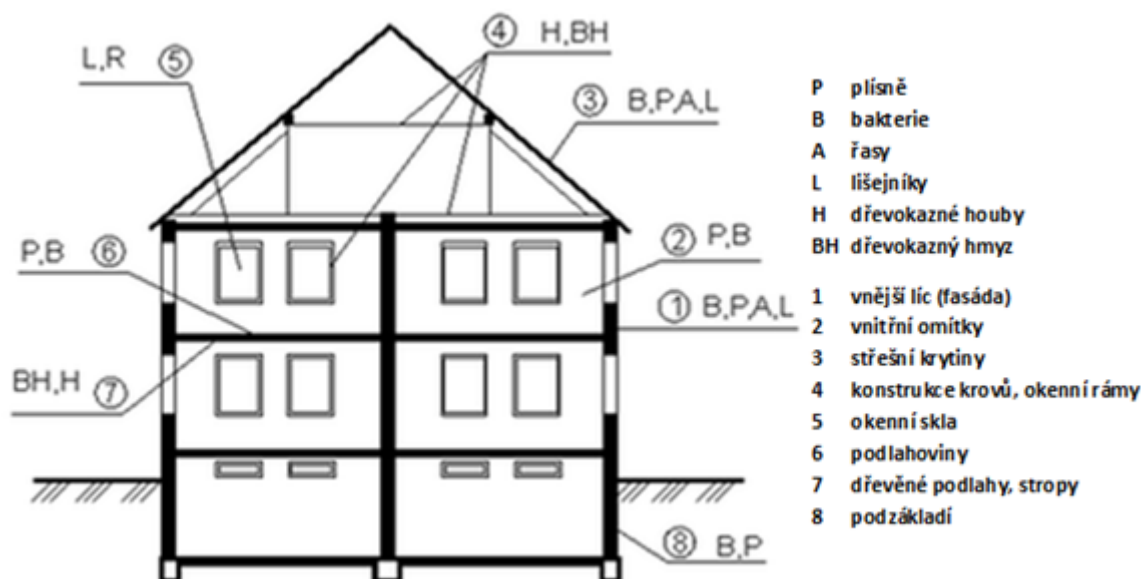
Šíření biodeteriogenů je zapříčiněno převážně větrem, významný je však také i přenos hmyzem a dalšími klimatickými faktory prostředí (děšť, sníh). Dosud nebyl výzkum přenosu vektorů doceněn. V dané problematice se jedná o důležitý jev, zvláště pro synekologické studie. Jako příklad lze uvést situaci, kdy může hmyz vedle přenosu zárodků mikromycet, znečistit stavební materiál svými výkaly, které mohou být kritické pro počáteční fázi biodeteriogeneze [26].

Na většině biodegradací se podílí celý komplex biodeteriogenů, které se projevují tzv. asociací, kdy se živé organismy navzájem doplňují či jinak ovlivňují (konsorcií). Synekologické studie zabývající se těmito problémy sledují vedle faktorů prostředí i vzájemné vztahy jednotlivých organismů v biocenóze a jejich následný vliv na fyzikální parametry stavebních materiálů. Mikrobiální konsorcia se výrazně uplatňují zejména při degradaci stavebních materiálů, elektronických součástí a při zpracování nejrůznějších olejů či disperzních emulzí. Ve zmiňovaných případech byly prokázány asociace i s projevy adaptace [3].

2.3 Všeobecné podmínky biokoroze

K dalším organismům, přispívajícím k biokorozi stavebních hmot patří kromě mikroorganismů také řasy, lišejníky, vyšší rostliny, anatrovní členovci a živočichové (hlodavci, domácí zvířata). Přesto, že škody způsobené těmito organismy na stavebních dílech bývají rozsáhlé a mnohdy převyšují škody způsobené mikroorganismy, nejsou prozatím v praxi příliš sledovány. Tato skutečnost je dána tím, že pouze u mikrobů závisí jejich biodegradabilní činnost pouze na vlhkosti, teplotě a vlivu výkvětotvorných solí, přičemž skutečná biologická podstata dané degradace stavebního materiálu je často opomenuta.

Mikrobi, vyskytující se na stavebních dílech žijí většinou na vlhkých místech s nízkou teplotou a většinou jsou dokonce nuceny přežít ve vysokém pH (obrázek 1) [9].



Obrázek 1: Nejčastější místa výskytu biodeteriogenů [33]

Působení přírodních činitelů na stavební materiály je vždy komplexní, proto by měla stavební díla být proti negativnímu působení klimatických změn komplexně chráněna. Mezi přírodní činitele se řadí také biokoroze, u které je potřeba znát všechny její projevy na stavební díla a nejlépe ji nepodceňovat. Proto je nutné projevy biokoroze mezi vnější faktory zařadit a počítat s nimi již při samotné projektové dokumentaci. Projevy biokoroze u novostaveb či nedávných rekonstrukcí jasně prokazují, že projektant případnou biokorozi podcenil nebo byla chyba na straně stavebníka, který se dopustil technické nekázně či přehnaného šetření materiálem, mnohdy ovšem za celým problémem stojí neznalost tohoto jevu [9].

Na stavebních objektech jsou nejčastěji pozorovány oblasti se zvýšenou koncentrací mikromycet, oblasti napadené mikromycetami bývají pak doprovázeny působností dalších forem živých organismů, zejména sinic, řas, roztočů a hmyzu [26].

2.4 Obecná charakteristika mikromycet

Mikromycety jsou mikroorganismy, které lze podle současně platné taxonomie živých organismů zařadit do samostatné říše hub. Houby lze obecně rozdělit na dvě skupiny: první jsou vyšší-makroskopické houby, do druhé skupiny lze zařadit nižší mikroskopické houby-mikromycety [12].

2.5 Vhodné podmínky pro život mikroorganismů

Jako mikroorganismy disponující aerobním metabolismem se mikromycety mohou rozmnožovat a růst pouze na místech s přístupem kyslíku, nejsou však citlivé ke změnám jeho koncentrace. Tyto podmínky ideálně splňuje povrch napadaného stavebního materiálu. Relativní vlhkost vzduchu od 90% výše je pro růst většiny plísní optimální, některé druhy však dokážou růst již při relativní vlhkosti kolem 60% [1].

Zdrojem C, N a dalších živin je mnohdy podkladový materiál, často stavební hmota. Houby jsou poměrně nenáročné také na živiny. Některé druhy hub tzv. oligotrofní jsou na živiny tak nenáročné, že postačuje uhlík a dusík vázaný přímo v atmosféře. Pro tyto organismy je charakteristický výskyt na umělém stavebním kameni, ale i inertních materiálech jako jsou skleněné nebo plastické hmoty. K přežití na těchto inertních materiálech využívají pouze stopy živin z vnějšího prostředí obsažené v dešti, prachu, kondenzátu, či antropogenních stop [28].

Oligotrofní mikromycety se vyznačují filamentózním růstem, který je charakteristický velice jemnými, pavučinovitými vlákny a nikdy nedosahuje masivního růstu jako na substrátech bohatých na živiny. Jejich veliký aktivní povrch jim umožňuje dostačující přísun živin i na chudých substrátech. Oligotrofům nečiní problém ani růst v destilované vodě, kdy je zdrojem C a N atmosféra [6].

Teplota, zabezpečující optimální růst mikromycet, se v nejběžnějších případech pohybuje v rozmezí kolem 18 – 28 °C. Většina druhů je adaptována na teploty v rozmezí od 0 °C do 60 °C [10].

Mikroorganismy jsou značně závislé na teplotě. Rozdělení mikroorganismů podle závislosti na teplotě:

Psychrofilní mikroorganismy velmi dobře a rychle rostou v teplotách pod 20 °C. Dobře se jim daří od 0 °C do 5 °C a růstové optimum mají v rozmezí 6 – 10 °C. Mezní hodnotou je teplota 25 °C, kdy již zasahují do skupiny mezofilních organismů. Biochemickou aktivitu si psychrofilní organismy zachovávají i pod bodem mrazu, pokud nedojde k zamrznutí samotného média. Mezi zástupce této skupiny patří mikromycety žijící na místech s trvale nižší teplotou. Takovými místy jsou ve stavebních dílech zejména sklepní místnosti, kde se vyskytují především zástupci kmeny rodů *Acremonium*, *Penicillium*, *Cladosporium* a *Alternaria* [6].

Optimální teplota pro růst mezofilních mikroorganismů je v rozmezí 26 – 40 °C, nejsou schopny žít v teplotách vyšších než 40 °C. Tato skupina zahrnuje většinu biodeteriogenů projevujících se u biokorozí stavebních děl. Skupina mezofilních mikroorganismů zahrnuje většinu mikromycet, řas, dřevokazných hub a kvasinek. Teplé a vlhké zdivo poskytuje ideální životní podmínky pro houby s tmavým myceliem [10].

Termofilní mikroorganismy nerostou pod teplotu 20 °C, optimální růstová teplota se pohybuje v rozmezí 40 – 55 °C. Do této skupiny patří především aktinomycety, zástupci rodů *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Bacillus*, *Clostridium* a modrozelené řasy. Stavební díla jsou těmito mikroorganismy napadána zřídka [10].

Extrémně termofilním se velice dobře daří v prostředí s teplotami 80 – 110 °C. Růstové maximum mají při teplotách v rozmezí 110 – 200 °C. Jsou schopny růst i v extrémním prostředí při teplotách 250 °C a tlaku 265 atm, např. v hydrotermálních pramenech [10].

Mezofilní buňky zanikají během 15 minut při teplotách 60 – 61 °C, termofilní během 15 minut při 120 °C a buňky mikromycet při 60 – 70 °C za 10 minut. Kromě teploty je však důležitým faktorem také vlhkost substrátu, jeho pH a v neposlední řadě obsah bílkovin nebo dalších koloidních látek, které plní ochranou funkci [10].

Vlhkost je nedílnou životní podmínkou většiny mikroorganismů, jejich požadavky na obsah vody ve stavebním materiálu jsou kvantitativně vyjadřovány součinitelem hyroskopické rovnováhy α_w okolního prostředí a substrátu [25].

Minimální hodnota α_w nezbytná pro naklíčení sporů mikromycet obvykle klesá se stoupající teplotou. Proto je důležité brát v potaz provenienci daného mikroba, tedy životní prostředí, ze kterého byl izolován [12].

Většina stavebních objektů neposkytuje mikroorganismům příhodné podmínky pro život. Nehledě na tuto skutečnost se na stavebních dílech vyskytují desítky rodů mikrobů, které jsou podle přijaté definice označovány jako tzv. extrémofily. Tyto mikroorganismy vyžadují ke svému životu neobyčejné podmínky, které jsou pro jiné druhy mikroorganismů nepřijatelné (tabulka 1) [31].

Tabulka 1: Typy extrémofilů [12]

Extrémofily	Charakteristika prostředí
<i>termofily</i>	vysoká teplota 50 – 110 °C
<i>psychrofil</i>	nízká teplota 5 – 20 °C
<i>acidofily</i>	kyselé pH < 2
<i>alkalofily</i>	alkalické pH > 9
<i>halofily</i>	vysoká koncentrace solí (3–20%)
<i>barofily</i>	vysoký tlak (až 750 MPa)
<i>oligofily</i>	nízké koncentrace organického substrátu
<i>osmofily</i>	nedostupnost vody

Mikrobi žijící na stavebních dílech, jsou většinou nuceny přežívat v nízkých teplotách (psychrofil) a odolávat vysokému pH (alkalofily). Výjimkou nejsou ani solné výkvěty na zdivu, které poskytují příhodné podmínky pro život specializovaných bakterií (halofilů). Problém těmto mikroorganismům nečiní ani nízké koncentrace živin a vody, která je vázána ve stavebních materiálech (oligofily, osmofily) [6].

Stavební díla bývají nejčastěji napadeny mikromycetami, s různými formami synantropního hmyzu, zejména roztoči [10].

2.6 Zdravotní rizika spojená s výskytem plísní

Plísně rostoucí v bytových prostorách mohou uživatelům způsobit nemalé zdravotní potíže. Koncentrace ve vnitřním ovzduší bytu bývá z hygienického hlediska mnohokrát vyšší než ve vnějším prostředí, tato skutečnost se dále odvíjí podle dominantního zastoupení konkrétního druhu. Působení těchto mikroorganismů na lidský imunitní systém je zásadní, neboť produkty jejich metabolismu jsou významné alergen. Při běžných onemocněních přispívají k oslabení obranyschopnosti imunitního systému člověka a podle alergologů jsou třetími nejběžnějšími alergeny, hned po pylu a roztočích. Bylo zjištěno, že řada druhů je schopna vytvářet těkavé organické látky, které jsou označovány jako "plísňový prach". Tyto těkavé organické látky způsobují různá nespecifická onemocnění např. bolesti hlavy, nevolnost nebo dokonce dýchací obtíže. U většiny druhů byla prokázána schopnost produkovat mykotoxiny-toxické látky, které jsou pro lidský organismus škodlivé při vdechování. Při inhalaci jsou až 50x nebezpečnější a toxičtější než při požití v potravinách [29].

Mezi alergenů, které se nejběžněji vyskytují v lidských obydlích řadíme plísně, jako např. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Penicillium* a *Mucor*. U řady druhů, zejména ze skupiny *Aspergillus* byl opakovaně prokázán karcinogenní účinek [3].

2.7 Příčiny výskytu mikroorganismů ve stavbách

Vlhkost, nehromaděná na určitých místech stavby v důsledku kondenzace podmiňuje degradační procesy a s tím spojený rozklad omítkových vrstev a pojiv, rozpad cihel, kamene a mnoho dalších defektů na stavebních hmotách.

Podle nejnovějších dostupných informací se mikromycety ve většině případů vyskytují v posledních a předposledních patrech budov a jsou hojně rozšířeny u stítů panelových bytových domů. Příčinou většinou bývá nízká teplota vzduchu v místnosti a dosažení rosného bodu na vnitřním povrchu obvodového pláště. Zmiňovaná situace bývá mnohdy způsobena nedostatečnou izolací vrstev ve střešním plášti, ve stycích nebo nadměrnou vlhkostí jednotlivých izolačních vrstev střešního pláště. Významné však jsou i nedostatky v systému vytápění, regulace ústředního topení, přerušované vytápění a zejména nedostatečný příkon topného tělesa. S výskytem nižších teplot v místnostech se výrazněji projevují vady obvodových plášťů, především v oblasti spár nadpraží, dále pak míst s nedostatečnou nebo žádnou izolací a další [1].

Náchylnější k vzniku plísní bývají montované panelové domy opatřené sendvičovým železobetonovým pláštěm, oproti rodinným domkům postaveným ve stejných letech [32].

V posledních letech je všeobecně evidován zvýšený výskyt plísní u novostaveb. Tento trend je způsoben především spěchem a snahou investorů o co nejrychlejší návratnost vložených prostředků, což nutí stavební firmy uvádět do provozu stavby bez toho, aby alespoň částečně a přirozeně vysychaly [30].

2.8 Zdroje vlhkosti ve vnitřním prostředí

Nedílnou součástí prakticky u všech pórovitých stavebních materiálu je vlhkost. Z hlediska vnitřního mikroklimatu v budovách může být určité množství vlhkosti přínosné, pokud však dochází k hromadění vlhkosti na určitých místech budovy, stává se negativním faktorem, který zhoršuje užitné vlastnosti obývaných prostor a mohou být příčinou negativního vlivu především na spolehlivost a funkčnost celého objektu [25].

V budovách, které je potřeba vytápět, a tím vytvářet klima nezávislé na změnách ve vnějším prostředí, dochází k významným rozdílům mezi teplotami a vlhkostmi vnitřního prostoru oproti vnějšmu prostředí. Snahou o vyrovnání těchto rozdílů je dán směr pohybu vodních par. Přirozená cesta par vede z prostoru s vyšším parciálním tlakem do prostoru s parciálním tlakem nižším, tato skutečnost zapříčiňuje vznik toku vodní páry a tok tepla obalovými konstrukcemi. Tomuto jevu není možné zabránit, protože by objekt ztratil požadované mikroklima-parametry, proto je nutné vždy hledat způsoby, jak umožnit páře co možná nejsnadnější přechod do atmosféry a vyloučit tak rizikový faktor kondenzace vody na obvodovém zdivu a stropěch. V ideálním případě je možné konstrukčně zabezpečit stav, kdy je stavební dílo schopno po celý rok odpařit tolik vody, aby v něm za běžných podmínek nedocházelo ke kondenzaci. Vlhkostí jsou znatelně namáhány také suterénní konstrukce, kam se voda dostává především vzlínáním nebo difuzí vodní páry z prostoru pod základy. Pro tento případ je typická kondenzace vodní páry ve zdivu a následný transport kapilárními silami do nezákladových částí stavby [1].

2.9 Běžné příčiny zvýšené vlhkosti

V posledních letech se stala nejběžnější možnou příčinou zvýšené vzdušné vlhkosti nově montovaná, velmi dobře těsnící plastová okna. Jejich těsnost může být i pro vyzrálou stavbu velmi fatální, protože nedovolí vodní páře odchod do atmosféry a místo toho kondenzuje na samotných oknech, odkud přechází nejčastěji do okolního zdiva [30].

Jako základní příčiny vzniku zvýšené vlhkosti jsou uváděny:

- lokální poruchy panelů, jejich styků a s tím spojeným sníženým tepelným odporem, tepelnými mosty a v neposlední řadě povrchové kondenzaci na vnitřním povrchu
- nízký tepelný odpor obvodového pláště

- vlhkost, kondenzující uvnitř vícevrstevné konstrukce
- špatná nebo nedostatečná regulace topných soustav, jejich nastavení a následné seřizování
- nízká teplota vnitřního mikroklimatu,
- nevhodné těsnění spár
- špatně zvolený materiál nebo neprodyšná povrchová úprava
- nedostatečná cirkulace vzduchu
- zatékání dešťové vody poškozenou střešní krytinou
- porušená izolace proti zemní vlhkosti nebo neefektivní drenáž
- instalátérské poruchy v rozvodech vody
- mokré technologie a stavební vlhkost, zejména u objektů, které byly uvedeny do provozu bezprostředně po jejich dokončení [11]
- mezi další časté nedostatky jsou zařazovány
- místa, která jsou probetonovaná v tepelné izolaci
- přehnaně široká okrajová žebra panelů
- nezatmelené spáry
- přílišná šířka spár
- tepelné mosty pod prahy dveří, překlady a v oblastech parapetů
- intenzivně chladné stěny lodžii
- zatékání do oken nebo do nadpraží balkónových dveří
- nedokonalé odvětrávání střešního prostoru
- absence tepelně izolační vrstvy [4]

Uvnitř objektů může být zdrojem vlhkosti také otevřená hladina vody nebo antropogenní činnost (tabulka 2). U historických staveb, ale i jiných starých objektů bývají studny, odkud voda v podobě vodních par odchází do volného prostoru sklepa, kde kondenzuje na zdech v místnosti nebo se prouděním vzduchu šíří do jiných částí stavby [1].

2.10 Povrchová kondenzace

Dle Vyhlášky č. 20/2012 Sb. [34]., jsou hlavními požadavky na stavební díla zejména ochrana zdraví, zabezpečení zdravých životních podmínek a životního prostředí. Ve vyhlášce je také umístěn požadavek, týkající se výskytu vlhkosti na povrchu stavebních materiálů v interiérech budov. Vlhkost povrchu stavebních materiálů v interiérech budov nemusí být vždy zapříčiněna povrchovou kondenzací vodní páry, v mnohých případech je vlhkost způsobena vzlínáním vody v konstrukcích nebo zatékáním dešťové vody. Nehledě na způsob, jakým se vlhkost do interiéru dostane, nesmí ohrožovat zdraví ani zdravé životní podmínky obyvatelů budov .

Množství vodní páry obsažené ve vzduchu uvnitř budovy, pokud je budova správně technicky zhotovena, závisí zejména na způsobu jejího využívání. Hlavní zdroje vodní páry mohou být různé, vlhkost je charakterizována množstvím vodní páry obsažené ve vzduchu místnosti. V případě, že je kolem předmětu s teplotou nižší, než je teplota rosného bodu, vzduch o určité teplotě a relativní vlhkosti, dochází na povrchu tohoto předmětu ke kondenzaci vodní páry. Pro stavební díla jsou nejkritičtějšími místy zejména:

výplně otvorů u obvodových stěn, jakými jsou např. okna a vstupní dveře

svislé a vodorovné kouty u obvodových stěn

vodorovné kouty u vnitřních stěn v případě, kdy stěny oddělují místnosti s výrazně rozdílnými teplotami vzduchu

tepelné mosty v obvodových zdech, střeších, stropech nebo vnitřních stěnách, které oddělují místnosti s výrazně rozdílnou teplotou vzduchu

ostění a nadpraží u vstupních dveří, ostění, nadpraží a parapety u oken [4].

Tabulka 2: Nejběžnější příčiny zvýšené vlhkosti v bytech [13]

Člověk	při lehké činnosti	30 - 60 g/h
	při středně těžké práci	120 - 200 g/h
	při těžké práci	200 - 300 g/h
Koupelna	s vanou	700 g/h
	se sprchou	2600 g/h
Kuchyně	při vaření	600 - 1500 g/h
	průměrně denně	100 g/h
Sušení prádla	odstředěného	50 - 200 g/h
(pračka na 4,5 kg)	mokrého kapajícího	100 - 500 g/h
Bazény		40 g/m ² .h
(volné vodní plochy)		
Rostliny	pokojové květiny, např. fialka (Viola)	5 - 10 g/h
	rostliny v květináči, např. kapradina (Comptonia asplemifolia)	7 - 15 g/h
	fikus střední velikosti (Ficus elastica)	10 - 20 g/h

Výrazně nižší teploty ve svislých a vodorovných koutech u budov se starším datem realizace bývají zapříčiněny nižšími technickými nároky na tepelné požadavky.

Mezi další kritická místa staveb patří tepelné mosty, což jsou slabá místa konstrukce, kterými je umožněn znatelný únik tepelné energie z interiéru bytu do okolního prostředí. Těmito místy v konstrukci stavby dochází jednak ke zbytečným tepelným ztrátám, ale často i k poklesu vnitřní povrchové teploty pod hodnotu teploty rosného bodu a následné kondenzaci vodních par v místnosti [14].

V místech ostění, nadpraží a parapetů u oken a stejně tak v místech ostění a nadpraží vchodových dveří vzniká povrchová kondenzace vodní páry především z důvodu nízkých povrchových teplot. Tyto teploty jsou v uvedených místech nižší, než je teplota rosného bodu vzduchu uvnitř místnosti, která odpovídá jeho teplotě a relativní vlhkosti. Zmíněné nedostatky mohou být způsobeny nedostatečným tepelně technickým zhotovením okenního rámu, ostění nebo připojovací spáry. Jako další možnou příčinu lze zmínit nadměrné ochlazování těchto partií venkovním vzduchem, kde bývají nejčastější příčinou netěsnosti spár oken a dveří [15].

U silně zvlhlých konstrukcí dochází k vysoké saturaci kapilár a pórů ve struktuře stavební hmoty. Tento jev zapříčiňuje vyšší tepelnou vodivost stavební hmoty a intenzivnější prostup tepla, což obvykle vede k markantním tepelným ztrátám [15].

2.11 Způsoby prevence

Většina se domnívá, že plíseň v bytě je pouze estetickým problémem, opak je však pravdou. Plísně, rostoucí v obývaných prostorách představují značné riziko pro lidský organismus a mohou způsobit vážné zdravotní problémy, především u dětí, starších lidí a u všech s oslabenou imunitou. S ohledem na tuto skutečnost by měli uživatelé plísněmi napadených bytů neprodleně jednat a učinit kroky k nápravě. Plíseň by měla být spolu s příčinami jejího vzniku co nejrychleji odstraněna. V ideálním případě by měla být stavba ochráněna proti vzniku plísní ještě před jejím reálným výskytem [16].

Plísním se daří velice dobře ve vlhkém prostředí, z čehož vyplývá, že nejčastěji vzniká v místech, kde do bytu či domu proniká vlhkost. Vzdušná vlhkost v bytě by se měla za standardních podmínek pohybovat v rozmezí od čtyřiceti do padesáti procent. Pokud vlhkost v bytě přesáhne hranici šedesáti procent, narůstá pravděpodobnost vzniku nejen zdraví škodlivých plísní [27].

Nejlepší prevencí proti rozvoji plísně v bytech a domech bývá klasické větrání spolu s kontrolou a následnou regulací kvality vnitřního prostředí čili vytápěním [32].

Klíčovým krokem je sladit režim větrání místností v bytě tak, aby byl zajištěn únik vodní páry do okolního prostředí, čímž je minimalizováno riziko výskytu kondenzované vodní páry na chladných obvodových zdech. Rozhodující faktory, které ovlivňují rychlost vysychání, je kromě vlhkosti vzduchu také teplota a rychlost, kterou při větrání vzduch proudí kolem vysoušených materiálů. Stavební materiály ve většině případů nejlépe vysychají, jsou-li v přímém kontaktu s teplým a suchým proudícím vzduchem. Doba a průběh vysychání stavebních hmot se v neposlední řadě odvíjí od hustoty pórového systému, distribuce průměrů a charakteru pórů. Pokud jsou póry jemného a zakřiveného charakteru, pak je vysychání obtížné a trvá podstatně delší dobu než u materiálů s většími a souměrnějšími póry [1].

Větrat vnitřní prostory bytu je nezbytné po celý rok, nehledě na roční období, přinejmenším třikrát denně, nejlépe po činnostech, u kterých vzniká větší množství vodní páry. Těmito činnostmi se myslí vaření, sprchování nebo např. sušení prádla. Domněnka, že by se v deštivých dnech a zimních měsících nemělo větrat, protože spolu se vzduchem proudícím z venku je do budovy zanášena i vlhkost, je chybná. Kromě několika intenzivně deštivých dnů na jaře a v létě je doporučováno větrat pravidelně, a to každý den.

Opomenuto by nemělo zůstat ani rozmísťování nábytku v místnostech, protože pokud je nábytek ustaven těsně ke zdi, brání se přístupu vzduchu a stěna za nábytkem může začít vlhnout. Ve vlhkém stínu za nábytkem se velice dobře daří zdravím nebezpečným organismům, takže je důležité, aby nábytek stál alespoň několik centimetrů od stěny [16].

2.12 Metody preventivního opatření

Pokud plíseň již napadla stavební hmotu v bytě, je nutné jednat co možná nejrychleji. Pravděpodobnost, že se tyto mikroorganismy budou rozšiřovat, ohrožovat zdraví uživatelů a napadat okolní prostory bytu je vysoká. K obnově napadených míst se nejčastěji používají fungicidní. Chemické látky jako aktivní chlór, aktivní stříbro, aldehydy a jejich deriváty, alkoholy, kvartérní amoniové sloučeniny, peroxosloučeniny a organické kyseliny jsou také známy svým desinfekčním účinkem. Preparát je potřeba volit podle rozsahu degradace a druhu napadeného materiálu i prostředí, ve kterém se mikroorganismy vyskytují. Jedním z nejobvyklejších způsobů jak ošetřit napadenou zeď, je stírání tkaninou namočenou v dezinfekčním prostředku do doby, než na stěně nezbudou po plísni žádné stopy. Dezinfekci lze provádět i postřikem, která se provádí přes tkaninu namočenou v preparátu, která zamezuje šíření spor při postřiku. K dokončení dezinfekce je nutné místnost důkladně vyvětrat a zbavit ji zbytků inaktivovaného mycelia pomocí stěru vlhkou tkaninou namočenou v dezinfekčním roztoku [7].

Dezinfekce napadených míst je však pouze jednorázové a dočasné řešení. Trvalá likvidace plísně je prakticky možná až po zjištění a odstranění příčin jejího vzniku. Ve většině případů je potřeba zabránit promrzání stěn, trvale snížit vzdušnou vlhkost v bytě, apod. [17].

2.13 Dlouhodobé řešení

V případě výskytu tepelných mostů, promrzajících štitových stěn nebo nadměrné kondenzace vodních par v místnostech, která většinou vede ke vzniku mikromycetických kolonií na těchto místech je z dlouhodobého hlediska ideálním řešením novodobý způsob ošetření stěn interiérovou termoizolační stěrkou.

Termoizolační stěrky se řadí do skupiny novodobých izolací, kterých nabízí tuzemský trh hned několik. Zajímá jsem se o produkty TK®-THERM, což jsou výrobky, jejichž struktura je tvořena převážně skleněnými mikrokuličkami.

3. POPIS PRODUKTU TK®-THERM

Thermoizolační stěrka TK®-THERM je díky svým vlastnostem jedinečným a unikátním produktem na českém trhu. Z důvodu zajištění nejvyšší kvality je tento produkt vyráběn výhradně z vysoce kvalitních surovin od renomovaných světových výrobců, např. 3M. TK®-THERM je vysoce kvalitní krémová hmota pastovité konzistence. Jedná se o ideální materiál pro vnitřní zateplení stěn a stropů, díky kterému lze dosáhnout tepelné pohody v místnosti vlivem zvýšení povrchové teploty stěny a v kombinaci s řízenou termoregulací topných systémů lze znatelně ovlivnit úspory energie. Vhodnou aplikací tohoto materiálu lze zabránit kondenzaci vlhkosti a tím zabránit vzniku mikromycet na stěnách v bytě [18].

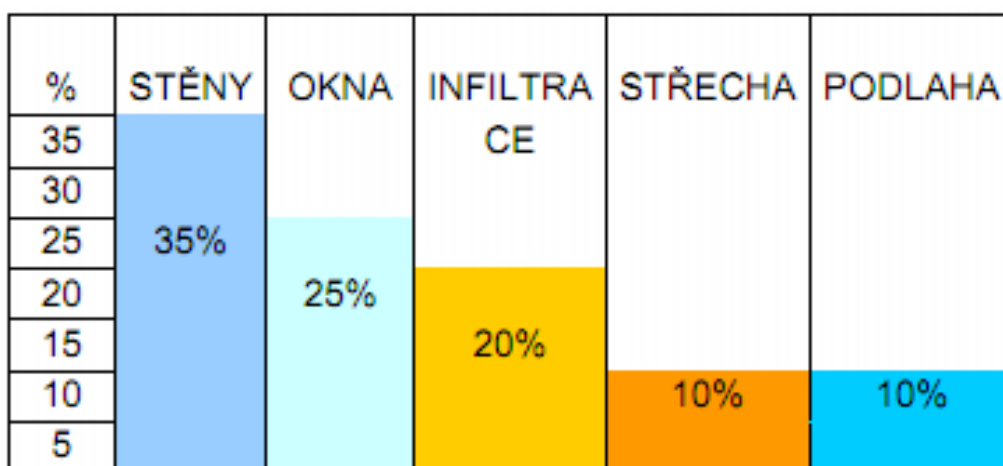
Při zateplování objektů mohou nastat situace, ve kterých není možné nainstalovat na venkovní povrch zdiva odpovídající vrstvu tepelné izolace. V praxi se jedná zejména o štitové zdi panelových domů, stěny v suterénu, památkově chráněné budovy nebo objekty, s novou, nedostatečně nefunkční fasádou. Zmíněné situace pomáhá řešit materiál TK®-THERM, což je nový typ tepelné izolace, který funguje na odlišném principu než klasické a dnes nejběžnější tepelné izolační materiály (polystyrén, minerální vlákna). V podstatě nemůžeme mluvit o tepelné izolaci, ale o jejím doplňku v místech, kde nelze použít dostatečnou tloušťku tepelné izolace [18].

Funkce stěrky je taková, že díky skleněným mikrokuličkám dochází vedením tepla pojivem k nahřátí stěny skleněné kuličky. Stěna mikrokuličky kuličky je natolik tenká, že prakticky nepřenáší teplo vedením a dochází zde k sálání do jejího vnitřního prostoru. Sálání je možné charakterizovat jako infračervené světlo.

Světlo jako takové má tendenci se za určitých okolností lámat. Je to podobné, jako by byl proud kapek ze zahradní hadice vystaven slunečním paprskům. Rozkladem světla zde vznikne duha. Rozklad infračerveného světla způsobí, že se sálavé teplo v kuličkách dokonale zastaví. Pojivem stěrky tedy prochází pouze malá část tepla vedením, protože v 1 mm² stěrky jsou přibližně desetitisíce kuliček. Pokud by stěrku tvořili jen samotné kuličky, bylo by možné teplo zcela zastavit. Díky lomu infračerveného světla se zvyšuje povrchová teplota stěrky tak, že na ní nedochází k tvorbě kondenzátu. Při správné aplikaci je její povrchová teplota vždy vyšší, než činí teplota rosného bodu.

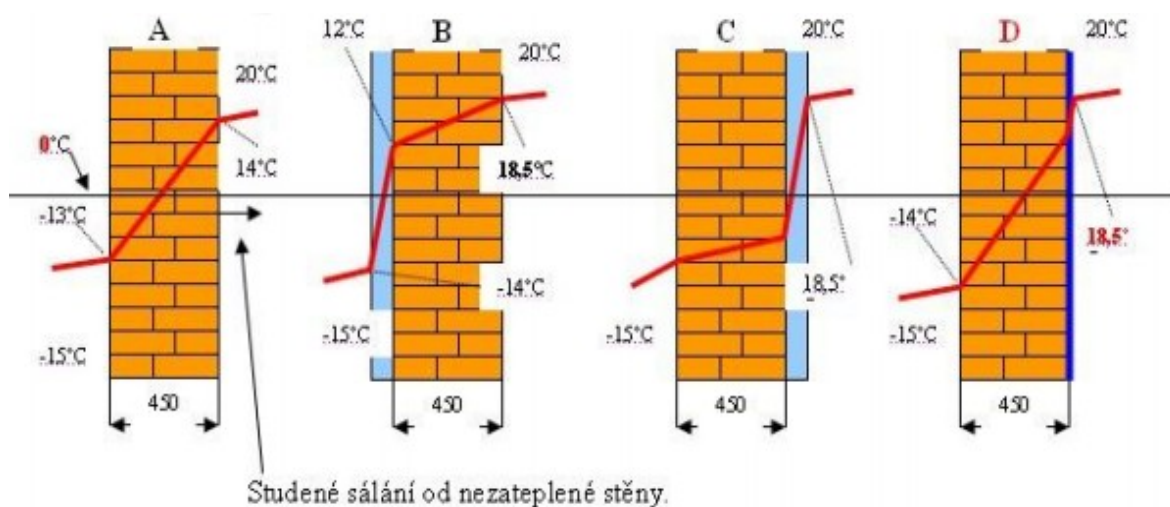
3.1 Smysl zateplení

Ceny energií a s tím spojené náklady na vytápění objektů trvale rostou, což se finančně nepříznivě dotýká každého vlastníka či uživatele budovy. Tato skutečnost se týká domácností, kanceláří, výrobních hal, technologických objektů, nemocnic a dalších zařízení. Při vytápění objektů uniká značná část energie z vytápěné místnosti skrze jednotlivé konstrukční prvky budovy (obrázek 2). Tepelné úniky se negativně projevují nadměrnou spotřebou energií potřebných k vytápění. Tepelným ztrátám nelze zcela zabránit, je však možné je podstatně snížit [18].



Obrázek 2: Rozdělení tepelných ztrát [18]

Jeden z nejefektivnějších způsobů jak zabránit tepelným ztrátám je částečné nebo celkové zateplení budovy.



- A cihlová stěna o tloušťce 450 mm bez zateplení
- B vnější zateplení provedeno EPS o síle 100 mm kontaktním způsobem
- C vnitřní zateplení provedeno EPS o síle 100 mm
- D zateplení provedeno ze strany interiéru vrstvou TK®-THERM o síle 1 mm

Obrázek 3: Možné způsoby zateplení [18]

U nezateplených objektů dochází vlivem promrzání zdiva (obrázek 3), kdy se bod mrazu nachází přibližně uprostřed zdi, ke znatelným tepelným ztrátám a dalším negativním důsledkům spojených s tímto jevem, např. zvýšená vlhkost v budově a následná tvorba mikromycet na oslabených místech konstrukce.

Tabulka 3: Výhody a nevýhody vnějšího zateplení

Výhody vnějšího zateplení
Bod mrazu je v izolantu, proto nedochází k promrzání zdiva
Konstrukce je prohřátá a má schopnost akumulace tepla
Menší tepelné ztráty, souběžně je řešena nová fasáda budovy přesto, že je EPS neprodyšný materiál, riziko kondenzace ve zdivu je malé
Nevýhody vnějšího zateplení
Vyšší pořizovací cena
Při realizaci je potřeba lešení a volného prostoru okolo budovy
Izolaci je třeba provádět komplexně na celé ploše budovy
Značná časová prodleva při dosažení vytopené místnosti, tepelná pohoda v místnosti je po delší době
Pravděpodobný výskyt tepelných mostů
Neřeší problém s kondenzací vlhkosti na stěnách v interiéru

Tabulka 4: Výhody a nevýhody vnitřního zateplení termoizolační stěrkou TK®-THERM

Výhody zateplení termoizolační stěrkou TK®-THERM
Jednoduchá aplikace - finanční a časová úspora
Významné úspory nákladů na vytápění od 20%
Možnost izolovat jen jednu místnost
Omezení tepelných mostů
Zabraňuje vlhnutí stěn a tvorbě plísní
Rychlé vyhřátí místnosti, tepelná pohoda za velmi krátkou dobu
Možnost provádění zateplení bez ohledu na počasí
Železné povrchy pod termoizolační stěrkou nekorodují
Ekologický a zdraví neškodný výrobek
Nevýhody zateplení termoizolační stěrkou TK®-THERM
Aplikace materiálu je možná pouze v interiéru budov

Při použití termoizolační stěrky TK®-THERM (tabulka 4), nedochází na rozdíl od klasického vnitřního EPS zateplení, ke kondenzaci vlhkosti na stěnách v interiéru (tabulka 3), která spolu s tepelnými mosty vytváří ideální klimatické podmínky pro vznik plísní. Další nespornou výhodou stěrky je fakt, že se na stěnu nanáší ve vrstvě 1 mm, takže nedochází ke znatelnému úbytku prostoru v místnosti, jako je tomu u vnitřního EPS zateplení, jehož vrstva obvykle přesahuje 100 mm i více [18].

3.2 Specifické vlastnosti produktu TK®-THERM

Hlavním posláním při zateplování objektů je vytvoření tepelné pohody. Tepelná pohoda je dojem, který člověk získá z pobytu v daném prostředí, je dána subjektivním pocitem člověka.

- Faktory ovlivňující tepelnou pohodu:
- Teplota vnitřního vzduchu
- Průměrná povrchová teplota v místnosti
- Relativní vlhkost vzduchu
- Rychlost proudění vnitřního vzduchu

Zásadou pro udržení tepelné pohody v místnosti je, že součet teploty vnitřního vzduchu (T_i) a průměrné povrchové teploty (T_p), tedy $T_i + T_p$ musí být v rozsahu 38-42 °C, např.: při povrchové teplotě stěny 14 °C a teplotě vzduchu 20 °C je nutné přitápět, protože výsledná teplota 34 °C je pod hranicí tepelné pohody, což má za následek nepříjemný pocit z chladného klimatu v místnosti [18].

Pokud má povrchová teplota stěny 18 °C a vzduch v místnosti 20 °C, není nutno přitápět. Výsledná teplota 38 °C je přijatelná, výsledkem je příjemný pocit z klimatu v místnosti, tedy navození tepelné pohody [18].

3.2.1 Složení

Termoizolační stěrka se skládá z pojiva a přibližně 90 % skleněných mikrokuliček od společnosti 3M. Díky těmto skleněným mikrokuličkám má stěrka i v 1 mm vynikající vlastnosti [18].

3.2.2 Oblast aplikace

Termoizolační stěrka TK®-THERM je ideálním materiálem v oblasti zateplování stěn a podlah ve stavebnictví, především panelových domů, promrzajících štítových stěn, tepelných mostů a dalších míst, kde vlivem kondenzace vodních par dochází ke vzniku mikromycetických kolonií. TK®-THERM nabízí zefektivnění systému vytápění a velké úspory energie pro všechny nedostatečně tepelně izolované objekty, ať už jsou vytápěny periodicky či krátkodobě. V místnostech, kde dochází k rapidním poklesům teploty, mnohdy z důvodu jejich nevyužívání, lze ve velice krátké době opět navodit tepelnou pohodu, aniž by v prvních okamžicích byly zbytečně vyhřívány samotné stěny. Při aplikaci stěrky v hotelech, restauračních zařízeních, kancelářích apod. je výhodou také nižší náchylnost k nežádoucím barevným změnám povrchu stěn způsobených nikotinem z důvodu použití inertního plniva [18].

TK®-THERM umožňuje zateplení na místech, kde z konstrukčního hlediska není možné použít vnější izolaci nebo jiné postupy zateplení. Nejčastěji se jedná o historické objekty a objekty s vzácnými nebo atypickými fasádami, kde nelze provést venkovní opláštění izolačními materiály [18].

Další možnost použití je např. tepelná izolace technologických zařízení (vypalovací pece, chladicí boxy, atd.), potrubí až do teploty 150 °C (tabulka 5), dopravní prostředky (autobusy, tramvaje, železniční vagony, atd.) a mnohé další.

Tabulka 5: Technické údaje TK®-THERM [18]

Stupeň lesku	matový
Jemnost zrna	velmi jemné
Měrná hmotnost	0,38 kg / l
Měrná hmotnost v suchém stavu	0,20 kg / l
Tepelná vodivost	$\lambda = 0,02 \text{ W / m.K}$
Přidržnost k podkladu	1,0 Mpa
Součinitel prostupu tepla	$U_{st}=0,33 \text{ W/m}^2.\text{K}$
Tepelný odpor R (m²K/W)	+ 24,9% zlepšení na aplikovaném povrchu
Prostup vodních par	$S_d < 0,7 \text{ m}$
Klasifikace reakce na oheň	A2, s2, d0 nehořlavý materiál
Aplikovaná tloušťka	0,8 - 1 mm
Ředění	pitnou vodou
Teplota prostr.při aplikaci	+ 2 °C až + 55 °C
Dodávaná balení	5 l, 10 l, 15 l, 20 l, 30 l
Min. životnost nátěru	15 let při dodržení technologického postupu
Tepelná odolnost po aplikaci	-40 °C až +150 °C bez ztráty deklarovaných vlastností

3.3 Aplikace

Pro TK®-THERM je klíčové, aby byl nanášen v souvislé vrstvě na upravený, penetrovaný podklad. Po aplikaci by měla zůstat na podkladu rovnoměrná tloušťka naneseného materiálu. Pokud je stěrka aplikována na ucelené plochy, je důležité nanést TK®-THERM i na přilehlé stěny nebo strop (přesah cca 20-40 cm) z důvodu omezení tepelného přechodu mezi obvodovými a vnitřními stěnami a zabránění srážení vodních par v rozích místností.

Nanesení vodou zředěného produktu TK®-THERM na pevný, čistý a suchý podklad lze povést třemi způsoby. Prvním ze způsobů je aplikace štětcem, respektive válečkem, druhým způsobem je nanášení stěrkou a dalším způsobem je vzduchový nebo vysokotlaký nástřík. [18]

4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Při zkoumání vlivu termoizolační stěrky TK®-THERM na nárůst kolonií mikroorganismů v laboratorním prostředí byly použity kromě blíže nespecifikovaných kmenů mikroorganismů, vyskytujících se volně v prostředí, také druhy *Aspergillus niger*, *Aspergillus clavatus*, *Penicillium notatum*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas putida* a *Nocardia* sp., pocházející ze sbírky mikroorganismů Institutu environmentálního inženýrství na VŠB-TU Ostrava.

4.1 Kmeny mikroorganismů

Ve svém výčtu jsem se zaměřil na mikroorganismy a jejich charakteristiku, jež byly dostupné v laboratořích Vysoké školy báňské-Technické univerzity Ostrava.

4.1.1 Rod *Aspergillus*

Tento rod zahrnuje téměř 200 druhů, přičemž jen několik z nich bylo označeno za původce lidských onemocnění. Jako nejběžnější původci mykóz byly studovány *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus. flavus* a *Aspergillus niger*.

Aspergily jsou vláknité mikromycety, jejichž vlákna (hyfy) jsou dělena septy. Útvar složený s rozvětvených hyf je označován jako mycelium. Mycelium má dle lokalizace a funkce dvě části:

- vegetativní mycelium, které vrůstá do kultivační půdy, odkud čerpá živiny
- vzdušné mycelium, které nese reprodukční orgány

Aspergily rostou velice dobře na půdách různého charakteru. Růst je obvykle pozorovatelný za 2 – 4 dny. Zbarvení chmýřitých, mikromycetických kolonií rodu *Aspergillus* lze rozlišit podle druhu barvy spor (žluté, šedo zelené, černé).

Tyto mikromycety jsou jedny z nejrozšířenějších v prostředí, vyskytují se zde kosmopolitně saprofytický. K přenosu na člověka dochází nejčastěji vzdušnou cestou, tedy inhalací mikrokonidií. S ohledem na četnost poletujících spor rodu *Aspergillus* v přírodě, je možný výskyt v dýchacích cestách člověka bez vzniku onemocnění. Některé kmeny však produkují velmi závažné mykotoxiny (aflatoxiny), které jsou hepatotoxické a karcinogenní [10].

Mezi nejrozšířenější druhy rodu *Aspergillus* patří *Aspergillus niger*. Černá, rychle rostoucí kolonie způsobuje tzv. "černou plíseň" na ovoci a zelenině, nejčastěji na cibuli nebo arašídech. Kromě časté kontaminace potravin je *Aspergillus niger* velmi rozšířená v půdě a vnitřním prostředí. (Samson et al., 2011). Optimální růstová teplota se pohybuje okolo 35 – 37 °C, minimální v rozmezí 6 – 8 °C a maximální 45 – 47 °C [19].

Onemocnění člověka způsobené vlivem *Aspergillus niger* je méně časté než u jiných druhů rodu *Aspergillus*. Vdechnutí velkého množství spor však může mít za následek vznik vážného onemocnění (aspergiózy). *Aspergillus niger* je také jedním z možných původců hloubkové infekce uší (otomykózy), která se projevuje značnou bolestí, dočasnou ztrátou nebo trvalým poškozením sluchu [2].

Druh *Aspergillus clavatus* je běžným druhem modrozelené plísně s bílými okraji, postupem času mnohdy začíná hnědnout. Jako aktivní rozkladač dusíkatých látek se obvykle vyskytuje v půdě, na tlejících rostlinách, hnoji, ale třeba i na kazícím se mase.

V některých případech je schopen produkovat toxin patulin, který může způsobit onemocnění u lidí i zvířat. Produkuje suché, snadno vdechnutelné hydrofobní výtrusy s významně alergenními účinky [20].

4.1.2 Rod *Penicillium*

Tento rod zahrnuje několik set druhů většinou půdních saprofytických mikromycet. Zástupci rodu *Penicillium* tvoří pestrobarevně pigmentované kolonie. Nejčastěji se vyskytují v promáčených nebo vlhkých budovách a na potravinách, skladovaném ovoci a zelenině [10].

Penicillium notatum je druh známý svou schopností produkovat antibiotikum penicilin, vyznačuje modrým až modrozeleným zbarvením, někdy se stopami žlutého pigmentu. Optimální růstová teplota je okolo 25 °C, minimální 4 °C a maximální teplota, při které jsou kolonie *Penicillium notatum* schopny přežít je 37 °C, takže se běžně vyskytuje v mírných a subtropických oblastech. Obvykle se usidluje na vlhkých stěnách a potravinách rostlinného i živočišného původu. Jako původce mykóz u člověka byl označen pouze fakultativně [21].

4.1.3 Rod *Serratia*

Jedná se o malé gramnegativní pohyblivé bakteriální tyčinky, žijící v teplotním rozmezí od 5 – 40 °C. Typickým zástupcem je cihlově červeně pigmentovaný druh *Serratia marcescens*. Některé kmeny mohou být nepigmentované. *Serratia marcescens* bývá označována jako střevní bakterie, vyskytuje se v trávicím traktu u lidí a jiných živočichů. Pro svou všudypřítomnost v životním prostředí a vysokým požadavkům na vlhkost se běžně vyskytuje v koupelnách (např. na spárovací hmotě, ve sprchových koutech a umyvadlech), kde žije ze zbytků mýdel a šampónů obsahujících fosfor nebo mastné látky. Projevuje se jako světle růžovými až červenými slizkými koloniemi kulovitěho tvaru [22].

Tento druh bakterií je patogenní a může způsobit infekci na mnoha místech v lidském těle včetně močových cest, dýchacích cest a otevřených ran nebo očí [3].

4.1.4 Rod *Pseudomonas*

Tento rod se vyskytuje ve formě pohyblivých gramnegativních tyčinek, běžným zástupcem v půdách je druh *Pseudomonas putida*. Optimální růstová teplota tohoto saprofytického aerobního mikroorganismu je v rozmezí 25 – 30 °C, vyskytuje se ve většině půd a vodních prostředích. Vzhledem ke snadné manipulaci a univerzálnosti tohoto druhu je často využíván k nejrůznějším vědeckým účelům. *Pseudomonas putida* chrání rostliny před patogeny, proto je hojně využíván také v bioinženýrství pro vývoj biopesticidů nebo při sanaci kontaminovaných půd bioremediací a není dosud potvrzena jeho patogenita vůči člověku. Komplexní metabolismus druhu *Pseudomonas putida* je schopen rozkládat organické kontaminanty např. benzen, xylen, toluen, které bývají hlavním zdrojem znečištění vody [23].

4.1.5 Rod *Nocardia*

Nokardie se řadí do čeledi *Nocardiaceae*, řádu *Actinomycetales*. Jsou charakteristické typickou morfologií a specifickými detaily v chemickém složení buněčné stěny. Zástupci rodu *Nocardia* jsou většinou aerobní, grampozitivní až gramlabilní, někdy nepatrně acidorezistentní mikroorganismy. Morfologicky jsou podobné rodu *Actinomyces*.

Elementárním tvarem je vlákno (hyfa), které se dále větví v drobné pseudomycelium, které se po určité době rozpadá na koloidní až tyčinkovité elementy. Při očkování na média byl použit druh *Nocardia* sp., který se běžně vyskytuje v povrchových vrstvách půdy. Jako zástupci půdních organismů nejsou Nokardie náročné na živiny. K růstu jim stačí půda, která obsahuje výhradně glycerol, asparagin a minerální soli [11].

Vyskytují se v podobě bílých až oranžových tuhých kolonií, mnohdy pokrytých bílým popraškem vzdušného mycelia. Bývají popisovány jako proteinové i polysacharidové antigeny, některé jsou druhově specifické a jiné společné s mykobakteriemi [7].

Mikroorganismy rodu *Nocardia* jsou označovány jako potenciální patogeny. Ke vzniku onemocnění (nokardiózy) postačuje snížená obranyschopnost organismu, proto jsou často ohrožováni lidé trpící zhoubnými nádory apod. Nokardióza vzniká např. inhalací prachu obsahujícího nokardie, svým průběhem připomíná tuberkulózu. Vnikne-li nokardie do těla poraněnou kůží, mohou vznikat lokalizovaná podkožní ložiska [11].

4.2 Laboratorní vybavení a chemikálie

Experiment, jehož záměrem byla kultivace mikroorganismů na různých typech živných půd vyžadoval práci v laboratorním prostředí, kde bylo využito množství laboratorního zařízení z laboratoře biotechnologie a mikrobiologie VŠB – TU Ostrava.

Použitý materiál a kultivační média

Materiál:

TK®-THERM (termoizolační stěrka)

Složení:

- vysoce kvalitní vodní disperze
- PVAc
- termoaktivní plnivo BGL
- aditiva

Kultivační média:

Sabouraudův agar (SAB), výrobce MERCK, Německo, pH: $5,6 \pm 0,2$ při 25 °C

Složení:

- pepton 5,0 g/l
- pepton připravený z kaseinu 5,0 g/l
- D (+) glukóza 40,0 g/l
- agar – agar 15,0 g/l

Masopeptonový agar (MPA), výrobce HiMedia, Mumbai, India, pH: $7,3 \pm 0,2$ při 25 °C

Složení:

- pepton 5,0 g/l
- masový extrakt 3,0 g/l
- agar – agar 15,0 g/l

Endův agar (EA), výrobce MERCK, Německo, pH: $7,4 \pm 0,2$ při 25 °C

Složení:

- pepton 10,0 g/l
- masový extrakt 8,55 g/l
- laktóza 10,0; chlorid sodný 5,0 g/l
- siřičitan sodný bezvodý 1,2 g/l
- fuchsin bazický 0,25 g/l
- agar – agar 12,0 g/l

Laboratorní vybavení:

- laboratorní váhy
- autokláv
- laboratorní sklo (Erlenmeyerova baňka, Petriho miska, kádinka, skleněná tyčinka)
- vodní lázeň
- plynový kahan
- očkovací klička
- fotoaparát

Při zkoumání vlivu termoizolační stěrky TK®-THERM na nárůst kolonií očkovaných mikroorganismů v laboratorním prostředí bylo nutné nejprve připravit různé typy živných půd pro kultivaci zvolených mikrobů (*Aspergillus niger*, *Aspergillus clavatus*, *Penicillium notatum*, *Serratia Marcescens*, *Pseudomonas putida* a *Nocardia* sp.) a dalších blíže nespecifikovaných kmenů. Byly připraveny celkem tři typy agarových živných půd, konkrétně Sabouraudův agar, masopeptonový agar a Endův agar.

Při přípravě Sabouradova agaru (SAB) bylo do 0,5 l demineralizované vody přidáno 32,5 g sušené živné půdy, která byla postupně rozpouštěna ve vodní lázni (nebo v proudící páře). Rozpuštěnou živnou půdu bylo třeba rozdělit na menší objemy cca 250 ml s ohledem na kapacitu autoklávu, kde byla podrobena sterilizaci po dobu 15- ti minut při teplotě 121 °C.

Při přípravě masopeptonového agaru (MPA) bylo do 0,5 l demineralizované vody přidáno 23,0 g sušené živné půdy, kterou bylo nutné rozpustit zahříváním ve vodní lázni (nebo v proudící páře). Rozpuštěnou živnou půdu bylo třeba rozdělit na menší objemy po cca 250 ml, poté byla živná půda podrobena sterilizaci v autoklávu po dobu 15- ti minut při teplotě 121 °C.

Třetí živná půda – Endův agar (EA) byl připraven tak, že se do 0,5 l demineralizované vody přidalo 23,5 g sušené živné půdy, která se rozpouštěla zahříváním ve vodní lázni. Po dokonalém rozpuštění agarů v demineralizované vodě bylo zapotřebí tento roztok separovat do baněk menšího objemu a následně sterilizovat v autoklávu po dobu 15- ti minut při teplotě 121 °C.

Připravený agar byl následně rozlit do 6- ti Petriho misek. Každá miska byla po aplikaci živné půdy uzavřena a uschována po dobu 24 hodin, aby došlo k zatuhnutí média v misce.

Petriho misky s agary byly rozděleny podle typu živné půdy do třech skupin (SAB, MPA, EA), přičemž v každé ze skupin bylo šest misek. Tři misky z každé skupiny byly ošetřeny termoizolační stěrkou TK®-THERM v tloušťce cca 0,8 mm [18].

4.2.1 Metoda aplikace TK®-THERM

TK®-THERM je dodáván jako pastovitá hmota, proto se nejdříve musel rozmíchat v baňce s malým množstvím vody tak, aby byla možná jeho následná aplikace na jednotlivá média (SAB, MPA, EA). TK®-THERM se ředil demineralizovanou vodou, aby nedošlo ke kontaminaci vzorků. Pro aplikaci v laboratorním prostředí bylo potřeba rozmíchat hmotu řidší konzistence, aby se zajistila stejná tloušťka materiálu na celém povrchu ošetřeného média. Dále bylo třeba hmotu autoklávovat po dobu 10 minut při teplotě 120 °C. Misky s ošetřeným médiem se nechaly vysychat po dobu 24 hodin, aby stěrka dobře zatuhla.

Po uplynutí 24 hodin bylo možné na připravená média naočkovat mikroorganismy. Inkubace mikroorganismů byla prováděna očkovací kličkou, přičemž před každým použitím bylo nutné kličku sterilizovat v plameni nad kahanem, aby nedošlo k přenosu nežádoucích kontaminantů z prostředí. Mikroorganismy se očkovaly podle standardních očkovacích postupů na třech místech v misce.

Mikroorganismy byly vždy očkovány jak na neošetřená, tak ošetřená média. Na první neošetřenou i ošetřenou misku se SAB byly naočkovány druhy *Aspergillus niger*, *Aspergillus clavatus*, *Penicillium notatum* kultivované v laboratorních zkumavkách. Na druhý pár misek se SAB byly naočkovány neznámé kmeny mikroorganismů.

Třetí pár misek byl naočkován mikroorganismy neznámých, blíže neurčených kmenů izolovaných z prostředí.

Na druhý typ živné půdy – MPA byl očkovaný různé druhy mikroorganismů. První pár misek (neošetřená a ošetřená hmotou TK®-THERM) se očkoval druhem blíže nespecifikovaných mikroorganismů.

Druhý pár misek byl naočkován druhy *Pseudomonas putida*, *Nocardia* sp. a dalším, neznámým druhem mikromycety. Třetí pár misek s MPA byl naočkován druhem *Serratia marcescens* a dalšími dvěma blíže nespecifikovanými druhy mikroorganismů izolovanými z vnějšího prostředí.

Na třetí typ živné půdy – EA byly na všechny tři páry misek očkované neznámé kmeny mikroorganismů (vždy v páru, na každou misku jeden druh mikrobů – platí pro neošetřené i ošetřené médium) rozptýlené volně v prostředí. Jednalo se o mikroorganismy získané z vnějšího prostředí.

Neošetřené i ošetřené živné půdy v Petriho miskách, byly po dobu 48 hodin kultivovány v termostatu při standardních podmínkách (30 °C), později uloženy na stinné místo v laboratoři, aby spolehlivě došlo k nárůstu mikroorganismů [18].

4.3 Vyhodnocení výsledků

Kontrola misek a porovnávání růstu mikroorganismů mezi neošetřenými a ošetřenými médii bylo prováděno vždy v horizontu následujících dvou až třech dní od poslední kontroly. Pozorované rozdíly v růstu mikroorganismů byly zaznamenány do tabulek 6 - 14.

Tabulka 6: Charakter růstu mikroorganismů na SAB, miska č. 1

	2. den		5. den		7. den		9. den	
	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK
<i>A. niger</i>	+++	+	+++	+	+++	+	+++	++
	(20)	(4)	(NZ)	(10)	(NZ)	(17)	(NZ)	(24)
<i>A. clavatus</i>	+++	+	+++	+	++	+	++	+
	(10)	(2)	(23)	(4)	(26)	(5)	(28)	(7)
<i>P. notatum</i>	+	+	+	++	+	+++	+	++
	(9)	(6,5)	(15)	(20)	(16)	(30)	(NZ)	(35)

- TK Médium neošetřené produktem TK®-THERM

+ TK Médium ošetřené produktem TK®-THERM

+, ++, +++ Klasifikace intenzity nárůstu mikroorganismů v jednotlivých koloniích

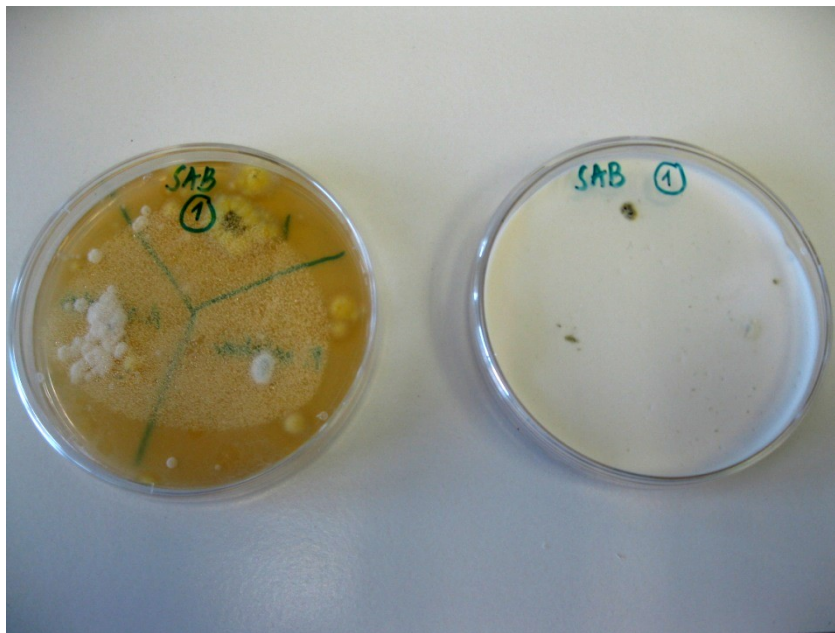
(20) Číslo v závorce udává rozměr kolonie v (mm)

(NZ) Nelze změřit

Na neošetřeném médiu SAB byl v misce č. 1 od první kontroly pozorován masivní nárůst mikromycetické kolonie *Aspergillus niger* a *Aspergillus clavatus* (obrázek 4).

Pozorovatelný byl také růst kolonie druhu *Penicillium notatum*, ale v menší míře než u předešlých dvou zmiňovaných druhů.

Nejrychleji a nejmasivněji se na neošetřeném médiu rozvíjela kolonie druhu *Aspergillus niger*, která měla s přibývajícím časem tendenci zastínit ostatní druhy očkovaných mikromycet, proto bylo velice obtížné zjistit jejich přesný rozměr (obrázek 4)



Obrázek 4: Zaočkované kmeny 2. den, miska č. 1 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka)



Obrázek 5: : Zaočkované kmeny 5. den, miska č. 1 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka)

Po okraji neošetřené misky se začala po čtyřech dnech tvořit kolonie sytě oranžového druhu mikromycet *Chrysonilia sitophila*, který bývá označován jako "postrach" všech laboratoří, protože se velmi rychle rozrůstá, čímž zakryje vše, co je kolem.

Na ošetřeném médiu docházelo ke zřetelně pomalejšímu nárůstu mikromycet druhu *Aspergillus niger*, zejména druhu *Aspergillus clavatus*, který se zde rozvíjel opravdu velmi pomalu. Kolonie druhu *Penicillium notatum* se v laboratorních podmínkách na ošetřeném médiu rozvíjela výrazněji než na neošetřeném médiu (obrázek 5).

Tabulka 7: Charakter růstu mikroorganismů na SAB, miska č. 2

Neznámý kmen (NK)	2. den		5. den		7. den		9. den	
	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK
NK 1	++	+	+++	++	+++	+	++	+
	(10)	(2)	(35)	(18)	(47)	(21)	(50)	(23)
NK 2		+	+	+++	+	++	+	+
		(NZ)	(NZ)	(NZ)	(NZ)	(NZ)	(NZ)	(NZ)
NK 3				+	+	+	+	+
				(NZ)	(NZ)	(NZ)	(NZ)	(NZ)

- TK Médium neošetřené produktem TK®-THERM

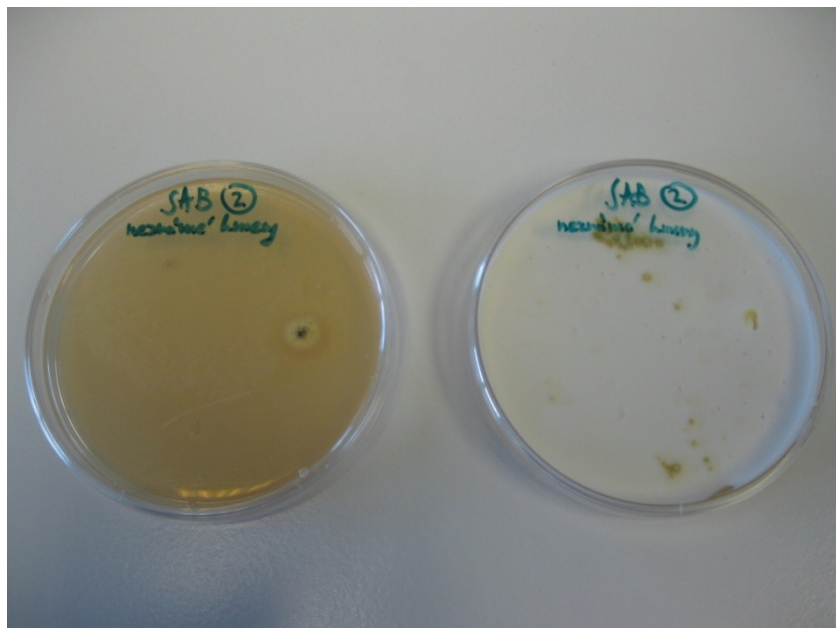
+ TK Médium ošetřené produktem TK®-THERM

+, ++, +++ Klasifikace intenzity nárůstu mikroorganismů v jednotlivých koloniích

(20) Číslo v závorce udává rozměr kolonie v (mm)

(NZ) Nelze změřit

Na neošetřeném médiu SAB se v misce č. 2 nejprve začala rozvíjet kolonie neznámého kmene (NK 1) připomínající blíže neurčený kmen rodu *Aspergillus* (obrázek 6), která se velmi dobře rozrůstala. Na povrchu neošetřené misky byl také pozorovatelný drobný nárůst šedě zbarvené kolonie NK 3, která byla později zastíněna mohutným nárůstem již zmiňovaného kontaminantu rodu *Chrysonilia sitophila*.



Obrázek 6: Zaočkované kmeny 2. den, miska č. 2 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka)



Obrázek 7: Zaočkované kmeny 5. den, miska č. 2 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka)

Na ošetřeném SAB bylo možné nejprve pozorovat vznik mikromycetických kolonií blíže neurčeného druhu, zeleného zbarvení (NK 2) a to na více místech v misce. Během následujících dní se NK 2 začal prudce rozrůstat po celém povrchu misky (obrázek 7).

V prvních dvou dnech zde nebyl znatelný výrazný nárůst kolonií (NK 1). Výraznější nárůst tohoto neznámého kmenu tmavé mikromycety byl pozorován pátý den od inkubace. Byl zde pozorován i drobný nárůst šedě zbarvené mikromycetické kolonie (NK 3), který během celého měření vykazoval téměř setrvalý stav.

Tabulka 8: Charakter růstu mikroorganismů na SAB, miska č. 3

Neznámý kmen (NK)	2. den		5. den		7. den		9. den	
	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK
NK 1	++	+	+++	++	++	+	++	++
	(13)	(6)	(32)	(16)	(39)	(23)	(42)	(33)
NK 2	+		+++	++	+	++	+	+++
	(6)		(22)	(11)	(23)	(24)	(25)	(35)
NK 3	++		+++		++		++	
	(14)		(NZ)		(NZ)		(NZ)	

- TK Médium neošetřené produktem TK®-THERM

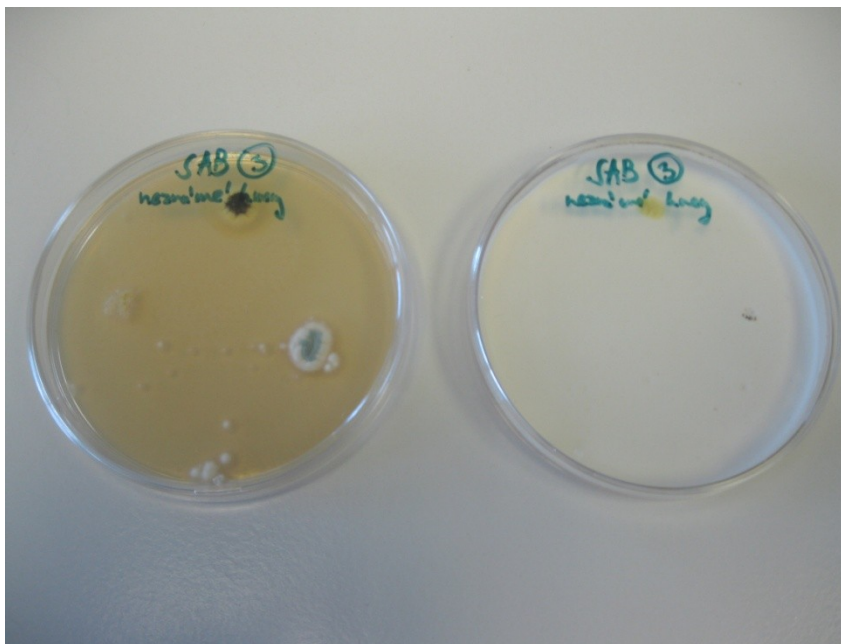
+ TK Médium ošetřené produktem TK®-THERM

+, ++, +++ Klasifikace intenzity nárůstu mikroorganismů v jednotlivých koloniích

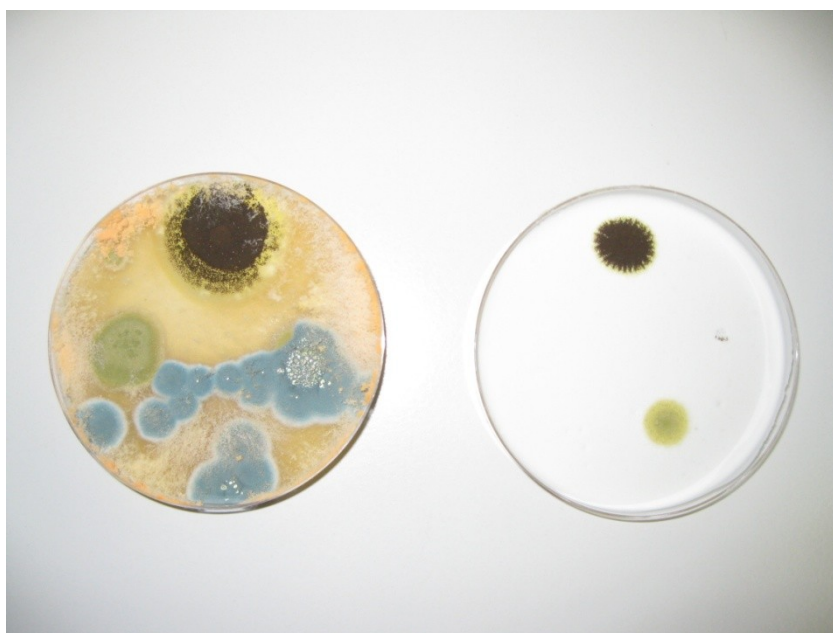
(20) Číslo v závorce udává rozměr kolonie v (mm)

(NZ) Nelze změřit

Na neošetřeném médiu SAB se v misce č.3 nejprve začal rozvíjet druh tmavé kolonie mikromycet se žlutými okraji, připomínající nějaký blíže neurčený kmen rodu *Aspergillus* (NK 1), který zde rostl od prvního měření velice rychle (obrázek 8). Dále zde docházelo k prudkému rozvoji mikromycetických kolonií šedomodrého typu s bílými okraji (NK 3), který spolu s (NK1) porostl s postupem času celý povrch misky a k nárůstu zelené mikromycetické kolonie (NK 2). Kontaminant rodu *Chrysonilia sitophila* se objevil i zde.



Obrázek 8: Zaočkované kmeny 2. den, miska č. 3 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka)



Obrázek 9: Zaočkované kmeny 5. den, miska č. 3 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka)

Ošetřené médium misky č. 3 vykazovalo nejprve známky drobného nárůstu tmavých mikromycetických kolonií rodu *Aspergillus* (NK 1), který se začal výrazněji rozrůstat od pátého dne měření (obrázek 9). Zprvu pozvolný nárůst zelené mikromycety

(NK 2) se urychlil mezi sedmým a devátým dnem měření. Kmen (NK 3) očkovaný na ošetřené médium za celou dobu měření nenarostl vůbec (obrázek 9).

Tabulka 9: Charakter růstu mikroorganismů na MPA, miska č. 1

Neznámý kmen (NK)	2. den		5. den		7. den		9. den	
	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK
NK 1	++		+++	+	++	+	++	+
	(10)		(22)	(8)	(30)	(10)	(36)	(13)

- TK Médium neošetřené produktem TK®-THERM

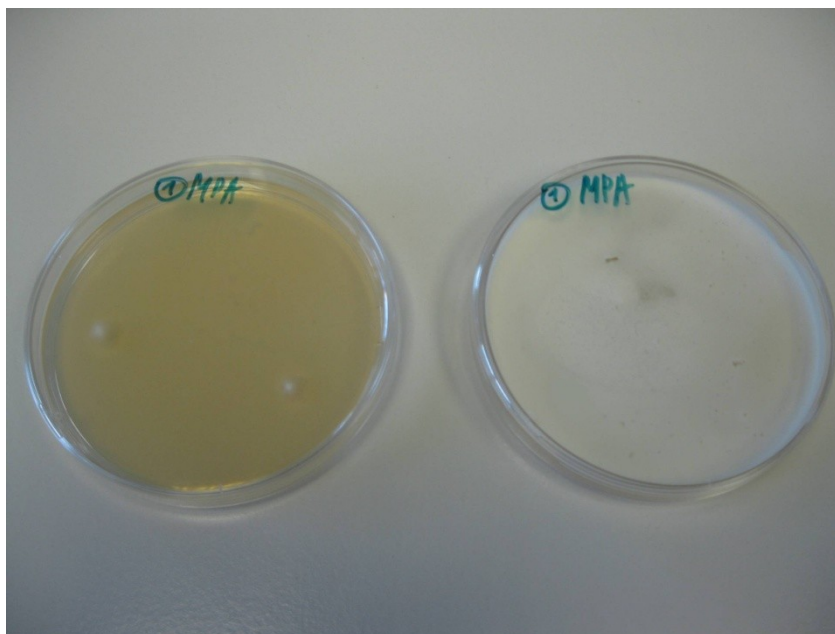
+ TK Médium ošetřené produktem TK®-THERM

+, ++, +++ Klasifikace intenzity nárůstu mikroorganismů v jednotlivých koloniích

(20) Číslo v závorce udává rozměr kolonie v (mm)

(NZ) Nelze změřit

Na neošetřeném médiu MPA v misce č. 1 byl pozorován znatelný nárůst bíloželených mikromycetických kolonií blíže nespecifikovaného druhu (NK 1) již od druhého dne měření (obrázek 10). Tato kolonie se zde mohutně rozvíjela po celou dobu měření.



Obrázek 10: Zaočkované kmeny 2. den, miska č. 1 (vlevo – pouze MPA médium, vpravo MPA médium + stěrka)



Obrázek 11: Zaočkované kmeny 9. den, miska č. 1 (vlevo – pouze MPA médium, vpravo MPA médium + stěrka)

Ošetřené médium MPA v misce č. 1 bylo znatelně méně porostlé mikromycetickými koloniemi (NK 1). Oproti neošetřené misce zde docházelo ke znatelně pomalejšímu nárůstu (obrázek 11). Rozdílem byla taktéž barva kolonií, která mohla být způsobena jinou pigmentovou modifikací mikromycet na ošetřeném médiu.

Tabulka 10: Charakter růstu mikroorganismů na MPA, miska č. 2

Neznámý kmen (NK)	2. den		5. den		7. den		9. den	
	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK
<i>P. putida</i>	+		+		+		+	
	(5)		(11)		(13)		(14)	
<i>Nocardia</i> sp.	+		+	+	+	+	+	+
	(7)		(10)	(3)	(11)	(4)	(12)	(5)
NK 1	+		+		+		+	
	(7)		(9)		(12)		(13)	

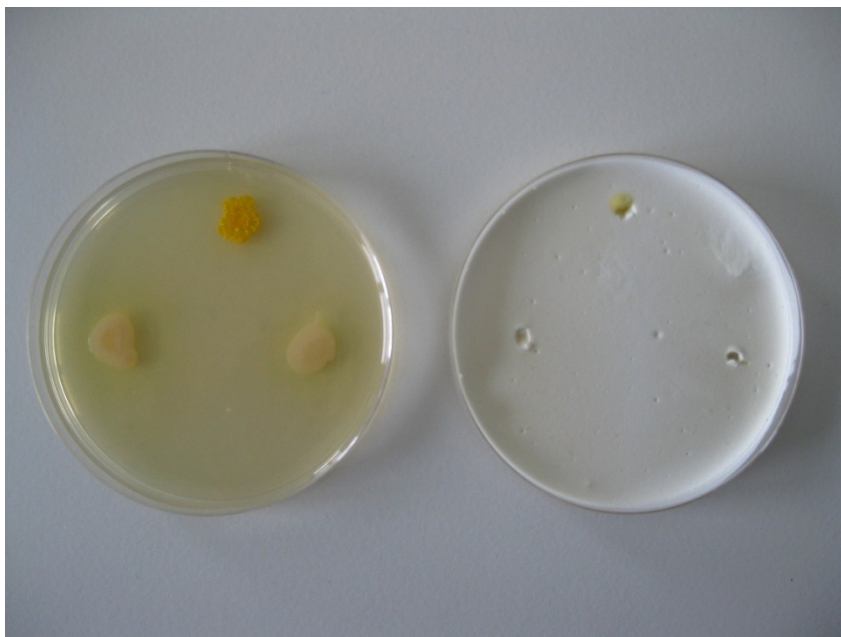
- TK Médium neošetřené produktem TK®-THERM

+ TK Médium ošetřené produktem TK®-THERM

+, ++, +++ Klasifikace intenzity nárůstu mikroorganismů v jednotlivých koloniích

(20) Číslo v závorce udává rozměr kolonie v (mm)

(NZ) Nelze změřit



Obrázek 12: Zaočkované kmeny 7. den, miska č. 2 (vlevo – pouze MPA médium, vpravo MPA médium + stěrka)

Na neošetřeném médiu MPA v misce č. 2 (obrázek 12) došlo k nárůstu bíle zbarvených mikroorganismů druhu *Pseudomonas putida* (vlevo na misce), narostla také žlutě zbarvená kolonie *Nocardia* sp. a bíle zbarvená kolonie (NK 1), která se po celou dobu měření vyvíjela velmi podobně jako druh *Pseudomonas putida*.

Na ošetřeném médiu MPA misky č.2 byl pozorován pátý den měření drobný nárůst žlutě zbarveného druhu mikroorganismů *Nocardia* sp., který se zde dále vyvíjel velmi pomalu a téměř neznatelně. K nárůstu zbylých naočkovaných bakterií na ošetřeném médiu vůbec nedošlo.

Tabulka 11: Charakter růstu mikroorganismů na MPA, miska č. 3

Neznámý kmen (NK)	2. den		5. den		7. den		9. den	
	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK
<i>S. marcescens</i>	+	+	+	+	+		+	
	(4)	(2)	(7)	(3)	(9)	(3)	(10)	(3)
NK 1	+		+					
	(1)		(2)		(2)		(2)	
NK 2	+		+		+		+	
	(6)		(9)		(11)		(12)	

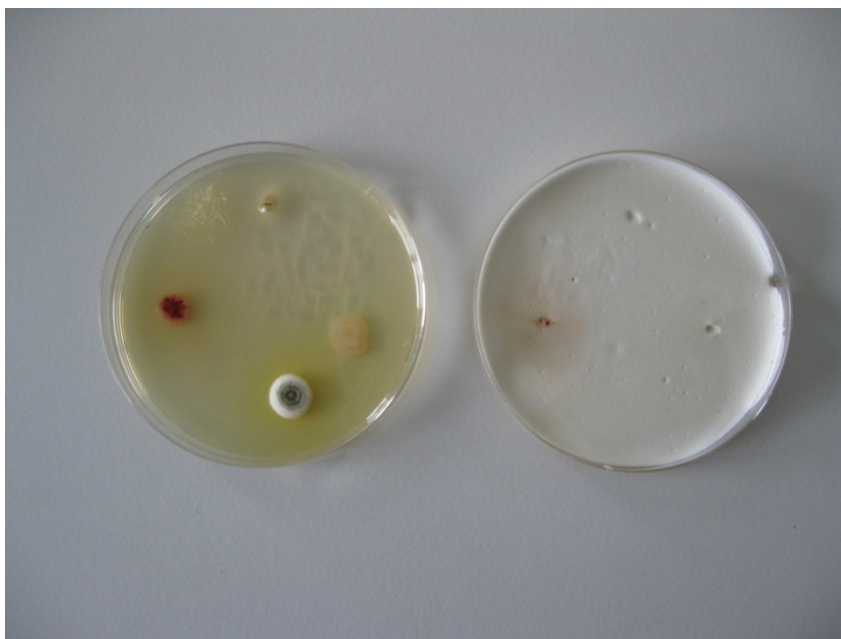
- TK Médium neošetřené produktem TK®-THERM

+ TK Médium ošetřené produktem TK®-THERM

+, ++, +++ Klasifikace intenzity nárůstu mikroorganismů v jednotlivých koloniích

(20) Číslo v závorce udává rozměr kolonie v (mm)

(NZ) Nelze změřit



Obrázek 13: Zaočkované kmeny 7. den, miska č. 3 (vlevo – pouze MPA médium, vpravo MPA médium + stěrka)

Na neošetřeném médiu MPA v misce č.3 se nejvýrazněji začala rozrůstat žlutobílá kolonie blíže nespecifikovaného kmenu bakterií (NK 2), a červeně zbarvený druh *Serratia marcescens*. Neznámý druh (NK 1) se zde rozrůstal velmi pomalu a od čtvrtého dne pozorování vykazoval setrvalou velikost, v jeho okolí však došlo k nárůstu neznámé mikromycetické kolonie, která se zde mohla dostat kontaminací vzorku během focení

stejně jako zelenošedá mikromycetická kolonie s bílými okraji (obrázek 13), která zde nebyla očkována.

Na ošetřeném médiu došlo k drobnému nárůstu kolonií druhu *Serratia marcescens* v prvních dnech měření, od pátého dne kolonie vykazovalo setrvalý stav a nijak se nerozrůstala. Ostatní druhy očkovaných mikrobů se na ošetřeném médiu nijak neprojevíly.

Tabulka 12: Charakter růstu mikroorganismů na EA, miska č. 1

Neznámý kmen (NK)	2. den		5. den		7. den		9. den	
	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK
NK 1	++	+	+++	+	+++	+	+++	
	(5)	(1)	(NZ)	(2)	(NZ)	(4)	(NZ)	(4)

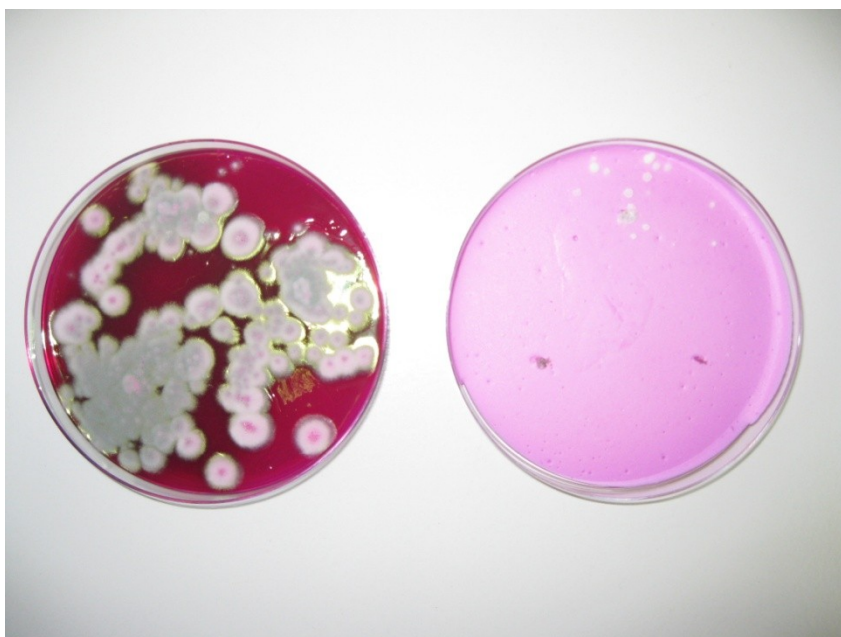
- TK Médium neošetřené produktem TK®-THERM

+ TK Médium ošetřené produktem TK®-THERM

+, ++, +++ Klasifikace intenzity nárůstu mikroorganismů v jednotlivých koloniích

(20) Číslo v závorce udává rozměr kolonie v (mm)

(NZ) Nelze změřit



Obrázek 14: Zaočkované kmeny 5. den, miska č. 1 (vlevo – pouze EA médium, vpravo EA médium + stěrka)

Na neošetřeném médiu EA v misce č. 1 došlo k masivnímu nárůstu šedozelené mikromycetické kolonie (NK 1), který byl nejlépe pozorovatelný čtvrtý den měření, kdy byl touto kolonií porostlý téměř celý povrch misky (obrázek 14). Kolonie se zde velmi dobře rozrůstala.

Na ošetřeném médiu EA v misce č. 1 došlo k nárůstu bíle zbarvených mikromycetických kolonií, které se pozvolna rozrůstaly do sedmého dne měření a dále vykazovaly téměř totožný stav. Kolonie se zde oproti neošetřenému médiu nijak masivně nerozrůstala.

Tabulka 13: Charakter růstu mikroorganismů na EA, miska č. 2

Neznámý kmen (NK)	2. den		5. den		7. den		9. den	
	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK
NK 1	+	+	+++	+	+++	+	+	+
	(4)	(1)	(19)	(5)	(33)	(6)	(35)	(7)

- TK Médium neošetřené produktem TK®-THERM

+ TK Médium ošetřené produktem TK®-THERM

+, ++, +++ Klasifikace intenzity nárůstu mikroorganismů v jednotlivých koloniích

(20) Číslo v závorce udává rozměr kolonie v (mm)

(NZ) Nelze změřit



Obrázek 15: Zaočkované kmeny 7. den, miska č. 2 (vlevo – pouze EA médium, vpravo EA médium + stěrka)

Na neošetřeném médiu EA v misce č. 2 se od prvního měření začala prudce rozrůstat tmavá mikromycetická kolonie (NK 1). Od druhého do sedmého dne měření tato mikromycetická kolonie blíže nespecifikovaného rozrůstala velice masivně (obrázek 15), zpomalení růstu bylo patrné až poslední den měření.

Na ošetřeném médiu EA v misce č. 3 se rozrůstala bílá mikromycetická kolonie (NK 1), v porovnání s neošetřenou miskou velice pomalu. Nárůst mikromycet zde byl nejpozorovatelnější od druhého do pátého dne měření, poté byly velikosti kolonií téměř konstantní.

Tabulka 14: Charakter růstu mikroorganismů na EA, miska č. 3

Neznámý kmen (NK)	2. den		5. den		7. den		9. den	
	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK	- TK	+ TK
NK 1	+	+	+++	+	+++	+	++	+
	(6)	(4)	(NZ)	(8)	(NZ)	(9)	(NZ)	(10)

- TK Médium neošetřené produktem TK®-THERM

+ TK Médium ošetřené produktem TK®-THERM

+, ++, +++ Klasifikace intenzity nárůstu mikroorganismů v jednotlivých koloniích

(20) Číslo v závorce udává rozměr kolonie v (mm)

(NZ) Nelze změřit



Obrázek 16: Zaočkované kmeny 7. den, miska č. 3 (vlevo – pouze EA médium, vpravo EA médium + stěrka)

Na neošetřeném médiu EA v misce č. 3 došlo k masivnímu nárůstu zelené mikromycetické kolonie (NK 1) a drobné bílé, doprovodné mikromycetické kolonie již od prvního měření. Jednotlivé kolonie na sobě byly již od pátého dne měření tak nahuštěny, že nebylo možné je reprezentativně změřit. Zeleně zbarvená mikromycetická kolonie porostla téměř celý povrch misky (obrázek 16).

Na ošetřeném médiu EA v misce č.3 došlo k rozvoji bílé mikromycetické kolonie (NK 1), která se zde rozrůstala pouze v očkovaných místech. Bílé zbarvení mohlo být dáno odlišnou barevnou modifikací mikromycetické kolonie na ošetřeném médiu. Čtvrtý den měření byl na ošetřeném médiu pozorován drobný nárůst hnědé mikromycety, která se ovšem do konce měření nijak markantně nevyvíjela a vykazovala téměř setrvalý stav (mohla zde být zanesena nedostatečně vypálenou očkovací kličkou během kultivace).

4.4 Diskuze výsledků

Předmětem zkoumání byla účinnost termoizolační stěrky na nárůst očkovaných kolonií mikroorganismů. Ze získaných výsledků, které byly převedeny do tabulek 6-14 je patrné, že na médiích, která byla ošetřena stěrkou většinou docházelo k výrazně pomalejšímu nebo žádnému nárůstu kolonií mikroorganismů.

Na prvním použitém kultivačním médiu Sabouraudově agaru (SAB), které bylo ošetřeno stěrkou, docházelo ke znatelně pomalejšímu nárůstu mikromycetických kolonií druhu *Aspergillus niger* a *Aspergillus clavatus* včetně většiny blíže nespecifikovaných druhů izolovaných z volného prostředí než na neošetřeném médiu. Některé kmeny na ošetřeném médiu vůbec nenarostly, např. šedomodrá kolonie mikromycet v misce č.3, což viditelně prokazuje účinnost stěrky. Výjimkou byl druh *Penicillium notatum* a blíže nespecifikovaný druh zelených mikromycetických kolonií, který se v laboratorním prostředí rozrůstal výrazněji než na neošetřeném médiu SAB. Na všech neošetřených médiích se vyskytl kontaminant rodu *Chrysomya* *sitophila*, který zde nejspíš byl zanesen vzdušnou kontaminací.

Ostatní kmeny mikroorganismů, které byly kultivované na ošetřeném médiu SAB narůstaly ve srovnání s neošetřeným médiem prokazatelně pomaleji. Prudší rozvoj mikroorganismů kultivovaných v ošetřené misce mohl být způsoben nedostatečnou vrstvou stěrky na povrchu živné půdy nebo částečnou změnou chemických vlastností stěrky

v důsledku autoklávování. Na pohled však zůstal TK®-THERM po autoklávování bez viditelných fyzikálně-chemických změn, takže ke změnám materiálu zřejmě nedošlo. Na místě je také zdůraznit skutečnost, že kultivace probíhala (v laboratorních podmínkách), kde byly by pro rozvoj mikroorganismů zajištěny ideální podmínky prostředí. Zmíněné laboratorní podmínky měly nepochybně podstatný vliv na plnou funkčnost materiálu.

Na další typ živné půdy masopeptonový agar (MPA), byly naočkovány kromě blíže nespecifikovaného mikromycetického druhu také některé druhy bakterií, které se mohou běžně vyskytovat v lidských obydlích např. *Pseudomonas putida*, *Nocardia* sp., *Serratia marcescens* a další bakteriální druhy rozšířené volně v životním prostředí, především ve městech.

Mikromycetická kolonie kultivovaná na neošetřeném MPA v misce č. 1 se od prvního měření rozvíjela dynamicky na rozdíl od ošetřeného média, kde v tomto čase nebyl zjevný výskyt pozorované kolonie. Pátý den měření vykazuje tato kolonie na ošetřeném médiu téměř třetinovou velikost a do konce měření pozvolný nárůst v porovnání s masivně porostlým MPA, na které nebyla aplikována stěrka. Barevná rozlišnost přítomných mikromycet na ošetřeném a neošetřeném MPA byla patrně způsobena odlišnou pigmentovou modifikací kolonií na jednotlivých médiích.

Stěrkou upravený povrch MPA v miskách č. 2 a č. 3 představoval pro kultivované bakteriální mikroorganismy od počátku měření nehostinné prostředí. Došlo zde k drobnému nárůstu kolonií druhu *Nocardia* sp. a *Serratia marcescens*, které se dále po celou dobu experimentu nijak zřetelně nevyvíjely. Podle jejich nevýrazné struktury a celkového vzhledu by se dalo říci, že počínaje druhou kontrolou byl jejich stav neměnný (3-5 mm). Ostatní bakteriální druhy, které byly kultivovány na stěrkou ošetřené MPA vůbec nenarostly. Tato skutečnost prokazatelně dokazuje vysokou účinnost stěrky TK®-THERM i proti nárůstu bakterií, protože zpomaluje jejich vývoj a některým druhům úplně zabraňuje v jejich růstu.

Na kontrolních Petriho miskách (neošetřeném MPA) všechny aplikované mikroorganismy rostly běžným způsobem, nárůst bakteriálních kolonií byl pozorovatelný od prvního měření až do konce. Mikromycety, které se objevily na neošetřeném médiu MPA v misce č. 3, zde mohly být zaneseny vzdušnou kontaminací během nezbytné manipulace s miskami v laboratoři.

Na třetí typ živné půdy Endův agar (EA) byly kultivovány blíže nespecifikované mikromycetické druhy, které byly izolovány z vnějšího prostředí, které se na neošetřeném povrchu média intenzivně rozrůstaly a od pátého dne pozorování zabíraly většinu povrchu misky.

Stěrkou ošetřené misky s EA zjevně neposkytovaly vhodné prostředí pro rozvoj mikromycetických kolonií. Na tomto typu živné půdy byl nejzřetelnější rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou miskou (v rozdílné pigmentové modifikaci a především velikosti kolonií). Mikroorganismy na ošetřeném médiu sice narostly, ale dále nijak masivně neexpandovaly. Tento fakt potvrzuje účinnost stěrky TK®-THERM, která díky svému jedinečnému složení prokazatelně zpomaluje a v některých případech (podle druhu mikroorganismů) úplně zabraňuje výskytu mikrobiálních kolonií.

Zjištěné výsledky nejsou diskutovány s jinou publikovanou studií, neboť podobná studie dosud nebyla provedena, výsledky jsou originální.

5. ZÁVĚR

Úvodní část diplomové práce je věnována charakteristice biokorozí, jejich vlivu na konstrukci objektů, zdravotní rizika spojená s výskytem mikromycet v obývaných prostorách, příčinám výskytu mikroorganismů a způsobu preventivního zamezení geneze mikromycetických kolonií vzniklých v důsledku vysoké koncentrace vodních par uvnitř budovy. Jako jeden z praktických způsobů úpravy povrchu vnitřních stěn se jeví aplikace termoizolační stěrky. Pro publikovaný experiment byla zvolena na základě kladných referencí, nenáročná aplikace a šetrnosti k životnímu prostředí termoizolační stěrka TK®-THERM, která je snadno ředitelná vodou a zdravotně nezávadná.

Hlavním cílem diplomové práce bylo ověřit účinnost použitého materiálu v boji s mikromycetickými koloniemi v laboratorním prostředí a na základě výsledků měření ji zhodnotit. Hodnoty růstu mikrobů na živných půdách ošetřených stěrkou, naměřené během experimentu dokazují, že stěrkou ošetřená média představují pro většinu kultivovaných mikroorganismů velice nehostinné prostředí. Zpomalení nebo zamezení nárůstu mikrobiálních kolonií na povrchu stěrky TK®-THERM je dáno složením materiálu, kdy díky skleněným mikrokuličkám mění tepelné vlastnosti ošetřeného materiálu. Značně tenká stěna mikrokuliček prakticky nepřenáší teplo vedením, ale dochází zde k sálání (infračerveného světla) do jejího vnitřního prostoru. Světlo má za určitých okolností tendence se lámat. Díky lomu infračerveného světla dochází ke zvyšování povrchové teploty stěrky tak, že nedochází k tvorbě kondenzátu.

Nejlépe pozorovatelný a nejsnáze porovnatelný rozdíl v nárůstu kolonií mikromycet mezi neošetřeným a ošetřeným médiem byl patrný na masopeptonovém agar (MPA) v misce č. 3 nebo na miskách s Endovým agarem (EA), kde měla neošetřená média po pěti až sedmi dnech téměř celý povrch pokrytý mikromycetickými koloniemi blíže nespécifikovaného druhu. Mikromycety kultivované na stěrkou ošetřené živné půdy MPA a EA se ve zmiňovaném čase daly měřit v milimetrech (MPA 8 mm, EA 2-9 mm). Velikost kolonií na čistém MPA činila sedmý den měření 30 mm, na čistých EA médiích nebylo možné kromě misky č. 2 (33 mm) určit přesnou velikost z důvodu masivní expanze kolonií.

Účinnost stěrky byla prokázána také v boji proti vybraným druhům bakterií (*Serratia marcescens*, *Pseudomonas putida*, *Nocardia* sp. a dalším blíže nespecifikovaným druhům) kultivovaným na MPA. Na čistém médiu se dobře dařilo všem očkovaným bakteriálním druhům, kdežto na ošetřeném médiu došlo pouze k drobnému nárůstu druhu *Serratia marcescens* v misce č. 3, který vykazoval od pátého dne měření konstantní velikost 3 mm a *Nocardia* sp. jehož kolonie byla pozorovatelná až od čtvrtého dne měření.

Mikromycety kultivované na stěrkou ošetřeném Sabouraudově agaru (SAB) se rozrůstaly mnohem pomaleji než na čistém SAB. Nejpozorovatelnější rozdíl mezi čistým a ošetřeným médiem nabízel pár misek č. 3. Nejméně se na upravené živné půdě dařilo druhu *Aspergillus clavatus* a *Aspergillus niger*. Hojněji se zde rozvíjel blíže neurčený druh zeleně zbarvené mikromycety.

Tímto experimentem bylo potvrzeno, že termoizolační stěrka TK®-THERM má mikrobiální a mikrostatické účinky na růst některých druhů mikromycet a bakterií. Produkt tedy fungoval v laboratorních podmínkách (s ohledem na jeho autoklávování a absenci proudícího vzduchu v misce) ve většině případů velice dobře.

Momentálně je vyvíjen nový materiál TK®-THERM s vylepšeným složením, který by díky speciálním aditivům měl účinněji zasahovat proti vzniku a vývoji mikrobiálních kolonií. Zkoumání nového materiálu v laboratorních podmínkách je předmětem dalších experimentů, případně vhodným podkladem pro disertační práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BALÍK, M. *Odvhlčování staveb*. 1. vydání, Praha, Tiskárny Havlíčkův Brod. 2005. 292 s. ISBN 80-247-0765-9
- [2] BEDNÁŘ, M. *Lékařská mikrobiologie*. 1. vydání, Praha, Marvil, 1996. 528 s.
- [3] BENEŠ, J. *Infekční lékařství*. 1.vydání, Praha. Galén. 2009. 651 s. ISBN 978-80-7262-644-1
- [4] BLAHA, M.: *Stavíme prevence a odstraňování vlhkosti*. 1.vydání. Brno. 2004. 112 s. ISBN 80-86517-49-9
- [5] BLAHA, M.: *Omítky*. Grada Publishning. 2004. 97 s. ISBN 80-247-0898-1.
- [6] BUCHLI, R., RASCHLE, P. *Řasy a houby na fasádách*. Nakladatelství MISE s.r.o., 110 s.
- [7] HEIDEKLANG, Ch. *Nebezpečné plísňe kolem nás*. Fontána. 1997. 240 s. ISBN 80-901989-5-3.
- [8] HEIDINGSFEL, V., a kol. *Nátěry fasád*. Grada Publishing. 2007. 136 s. ISBN 978-80-247-1472-1.
- [9] ŠÁLA, J.: *Zateplování v praxi*. 1.vydání, Tiskárny Havlíčkův Brod. 2002. 108 s. ISBN 80-247-0224-X
- [10] ŠILHÁNKOVÁ, M.: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3.vydání, Praha. Academia Praha. 2002. 363 s. ISBN 978-80-200-1703-1
- [11] VOTAVA, M.: *Lékařská mikrobiologie speciální*. 1.vydání, Brno. Neptun. 2006. 495 s. ISBN 80-902896-6-5
- [12] WASSERBAUER, R.: *Biologické znehodnocení staveb*. 1.vydání, Nakladatelství ARCH. 2000. 280 s. ISBN 80-86165-30-2
- [13] Řešení problematiky povrchové kondenzace vodní páry. SOLAŘ, Jaroslav. *TZB-info* [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/6541-reseni-problematiky-povrchove-kondenzace-vodni-pary/>

- [14] Tepelné mosty. PETR, Jůn. *Stavarina.cz* [online]. [cit. 2012-01-26]. Dostupné z: <http://www.stavarina.cz/poruchy/tepelne-mosty.htm>
- [15] ŠUBRT, Roman. *Tepelné mosty: pro nízkoenergetické a pasivní domy: 85 prověřených a spočítaných stavebních detailů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 222 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4059-1.
- [16] RADY KUTILŮM: *Jak na plíseň v bytech* [online]. [cit. 2012-02-22]. Dostupné z: <http://www.rady-kutilum.com/jak-na-plisen-v-byte-141>
- [17] STRÍPKY: *Plísně v bytech a domácnostech* [online]. [cit. 2012-02-08]. Dostupné z: <http://www.stripky.cz/867-plisne-v-bytech.html>
- [18] TK-Therm. *TK-Therm* [online]. 2012 [cit. 2012-03-07]. Dostupné z: <http://www.gbtherm.cz/287/popis-produktu/>
- [19] MINIATLAS MIKROORGANISMŮ: *Aspergillus niger*. *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. 2009 [cit. 2012-04-11]. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/asp-ni.htm>
- [20] BROAD INSTITUTE: *Aspergillus Comparative Database* [online]. 2010 [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/aspergillus_group/MultiHome.html
- [21] VOLK, Thomas J. UNIVERSITY OF WISCONSIN-LA CROSSE. *Tom Volk's Fungus of the Month for November 2003* [online]. 2003 [cit. 2012-03-16]. Dostupné z: http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/nov2003.html
- [22] MEDSPACE. *Serratia* [online]. 2011 [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: <http://emedicine.medscape.com/article/228495-overview#a0101>
- [23] MICROBE WIKI. *Pseudomonas putida* [online]. 2011 [cit. 2012-04-07]. Dostupné z: http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Pseudomonas_putida/
- [24] LEDEREROVÁ J. et. al. *Biokorozní vlivy na stavební díla*, 1. vyd.. Praha: Silikátový svaz, 2009. 273 s. : il., mapy ISBN 978-80-86821-50-4.
- [25] KUTÍLEK, M. *Vlhkost pórovitých materiálů*. Česká matice technická. Roč. LXXXIX, 1984, Č. spisu 422. SNTL Praha 1984

- [26] LITTLE, Brenda J a Jason S LEE. *Microbiologically influenced corrosion*. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, 2007, 279 s. ISBN 04-717-7276-3.
- [27] PAŘÍKOVÁ, Jelena. *Jak likvidovat plísně*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001, 86 s. ISBN 80-247-9029-7. (sborník)
- [28] ŠIMONOVICHOVÁ, Alexandra. UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE. PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA. *Mikrobiológia pre environmentalistov*. 1. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo UK, 2008, 156 s. ISBN 978-80-223-2314-7.
- [29] SCHINDLER, Jiří. *Mikrobiologie: pro studenty zdravotnických oborů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 223 s. ISBN 978-80-247-3170-4.
- [30] BILČÍK, Juraj. *Sanácia betónových konštrukcií*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 1996, 135 s. ISBN 80-967-0957-7.
- [31] CHANDRA, Malini. *Biodeterioration and biodegradation* 9. Rugby, UK: Institution of Chemical Engineers, 1995. ISBN 08-529-5319-4.
- [32] VAVERKA, Jiří. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Vyd. 1. Brno: VUTIUM, 2006, 648 s. ISBN 80-214-2910-0.
- [33] RYPAROVÁ, Pavla a Richard WASSERBAUER. *TZB-info: Biologické procesy ve dřevě uzavřeném v obvodových i vnitřních konstrukcích staveb* [online]. 2012 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/8199-biologicke-procesy-ve-dreve-uzavrenem-v-obvodovych-i-vnitrnich-konstrukcich-staveb>
- [34] Česká republika. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. In: *Sbírka zákonů*. 2012, č. 20, 6.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Typy extrémofilů	8
Tabulka 2: Nejběžnější příčiny zvýšené vlhkosti v bytech.....	13
Tabulka 3: Výhody a nevýhody vnějšího zateplení	18
Tabulka 4: Výhody a nevýhody vnitřního zateplení termoizolační stěrkou TK®-THERM..	19
Tabulka 5: Technické údaje TK®-THERM	21
Tabulka 6: Charakter růstu mikroorganismů na SAB, miska č. 1	29
Tabulka 7: Charakter růstu mikroorganismů na SAB, miska č. 2	31
Tabulka 8: Charakter růstu mikroorganismů na SAB, miska č. 3	33
Tabulka 9: Charakter růstu mikroorganismů na MPA, miska č. 1	35
Tabulka 10: Charakter růstu mikroorganismů na MPA, miska č. 2	36
Tabulka 11: Charakter růstu mikroorganismů na MPA, miska č. 3	38
Tabulka 12: Charakter růstu mikroorganismů na EA, miska č. 1.....	39
Tabulka 13: Charakter růstu mikroorganismů na EA, miska č. 2.....	40
Tabulka 14: Charakter růstu mikroorganismů na EA, miska č. 3.....	41

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Nejčastější místa výskytu biodeteriogenů	5
Obrázek 2: Rozdělení tepelných ztrát	17
Obrázek 3: Možné způsoby zateplení	18
Obrázek 4: Zaočkované kmeny 2. den, miska č. 1 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka).....	30
Obrázek 5: : Zaočkované kmeny 5. den, miska č. 1 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka).....	30
Obrázek 6: Zaočkované kmeny 2. den, miska č. 2 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka).....	32
Obrázek 7: Zaočkované kmeny 5. den, miska č. 2 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka)	32
Obrázek 8: Zaočkované kmeny 2. den, miska č. 3 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka).....	34
Obrázek 9: Zaočkované kmeny 5. den, miska č. 3 (vlevo – pouze SAB médium, vpravo SAB médium + stěrka).....	34
Obrázek 10: Zaočkované kmeny 2. den, miska č. 1 (vlevo – pouze MPA médium, vpravo MPA médium + stěrka).....	35
Obrázek 11: Zaočkované kmeny 9. den, miska č. 1 (vlevo – pouze MPA médium, vpravo MPA médium + stěrka).....	36
Obrázek 12: Zaočkované kmeny 7. den, miska č. 2 (vlevo – pouze MPA médium, vpravo MPA médium + stěrka).....	37
Obrázek 13: Zaočkované kmeny 7. den, miska č. 3 (vlevo – pouze MPA médium, vpravo MPA médium + stěrka).....	38
Obrázek 14: Zaočkované kmeny 5. den, miska č. 1 (vlevo – pouze EA médium, vpravo EA médium + stěrka).....	39
Obrázek 15: Zaočkované kmeny 7. den, miska č. 2 (vlevo – pouze EA médium, vpravo EA médium + stěrka).....	40
Obrázek 16: Zaočkované kmeny 7. den, miska č. 3 (vlevo – pouze EA médium, vpravo EA médium + stěrka).....	41